Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Weitere Beiträge zur Flora der Magnesit- und Serpentinböden

Von

Prof. Dr. Ludwig Lämmermayr, Graz

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Jänner 1928)

A. Die Flora der Magnesitböden

Schon während der Niederschrift meiner in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften in Wien 1926 und 1927 niedergelegten Materialien zur Systematik und Ökologie der Serpentinflora I. (1926) und II. Teil (1927)[1] hatte ich mir als nächstes Ziel einerseits die floristische Erkundung der Magnesitböden Steiermarks gesteckt, anderseits zur Abrundung meiner Kenntnisse betreffend die Serpentinflora die Begehung einiger weiterer, zum Teil außerhalb Steiermarks gelegener Serpentinlokalitäten in Aussicht genommen. Dank einer Subvention des Bundesministeriums für Unterricht, dem ich an dieser Stelle hiefür den gebührenden Dank ausspreche, gelang es mir noch im Laufe des Jahres 1927 diese Pläne wenigstens zum Teil zu verwirklichen.

I. Die Verbreitung des Magnesits in Steiermark.

Magnesit — als Gestein — beeinflußt gerade in Steiermark in hohem Grade das Bodenrelief und spielt im wirtschaftlichen Leben des Landes eine höchst bedeutungsvolle Rolle. Schon Hatle (Mineralien des Herzogtumes Steiermark, Graz 1885) erwähnt eine ganze Anzahl von Fundstellen dieses Gesteines, so p. 93: »am Südosthange des Grimming, unweit von Irdning, im Sunk bei Trieben«; p. 94: »bei Vorwald nächst Wald, bei Oberdorf, bei St. Ehrhard in der Breitenau«; p. 95: »im Arzbachgraben bei Neuberg, am Sattlerkogel der Veitsch, bei Kraubath (im nördlichsten Teile des Serpentinvorkommens als Überzug oder in mächtigen Adern)«. Heritsch (Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales, Mitt. d. N. V. f. St., Bd. 48, 1911) führt auch Magnesit von der Hölleralpe bei Trieben (p. 43 und 218) an, Angel (Gesteine der Steiermark, Mitt. d. N. V. f. St., Bd. 60, 1924) erwähnt unter anderem noch Magnesit von der Kotalpe bei Turrach, vom

[1] Diese Arbeiten sind im folgenden der Kürze halber immer mit L I, beziehungsweise L II angeführt, wobei L I den ersten Teil der Arbeit (1926), L II den zweiten Teil (1927) bezeichnet.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kaswassergraben bei Großreifling und vom Häuselberge bei Leoben (p. 263). Außerordentlich wertvoll — durch die klare Auseinanderhaltung der verschiedenen Typen der Magnesitlager wie durch zahlreiche Analysen — ist die Arbeit von Redlich, Die Typen der Magnesitlagerstätten, Zeitschrift für praktische Geologie, 17. Jahrg., 1909, Heft 7, Berlin.

Nur ein Teil dieser steirischen Magnesite wird derzeit bergmännisch abgebaut, und auf diese allein (nebst einem Vorkommen in Kärnten) erstrecken sich die nachfolgenden Untersuchungen.

II. Die botanische Erforschung der steirischen Magnesitstöcke.

Die botanische Erkundung nicht nur der steirischen, sondern der Magnesitböden überhaupt befindet sich zurzeit noch in den allerersten Stadien. Die spärlich genug fließenden Quellen zur steirischen Magnesitflora bringen meist nur kurze Notizen, betreffend das Vorkommen der einen oder anderen Art. So erwähnt G. Strobl (Ausflug auf den Großen Bösenstein, Ö. b. Z. 1870, p. 212), daß im Sunk *Asplenium viride* in Ritzen der Pinolit-Magnesitblöcke wachse. J. Juratzka (Zur Moosflora der Obersteiermark, Verh. d. Z. b. G., 1871, p. 810) führt *Thamnium alopecurum* von Kalk sowie von Magnesit, letzteres von Oberdorf, an. J. Breidler (Die Laubmoose Steiermarks und ihre Verbreitung, Mitt. d. N. V. f. St., Heft 28, 1891) erwähnt p. 193 ebenfalls *Thamnium alopecurum* auf Magnesit bei Oberdorf, 850 *m* (sonst auf Kalk- und Kieselgestein), und p. 185 ebenfalls von Oberdorf auf Magnesit, 800 *m* *Brachythecium densum* (sonst auf Tonschiefer, nach Juratzka, l. c., auch auf Glimmerschiefer). Nevole hat *Sempervivum Pittonii*, von dem meist angegeben wird, daß es nur auf Serpentin bei Kraubath wachse, dort auch auf Magnesit angetroffen, vgl. Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, 1906, IV/2, p. 553, und meine Serpentinarbeit L I, p. 398. Hayek erwähnt in seiner Flora von Steiermark, Bd. I, 1908 bis 1911, p. 329, den *Dianthus tenuifolius* Schur vom Pinolit-Magnesit des Sunks, vgl. hiezu auch die frühere Mitteilung in Hayek, Schedae ad floram stiriacam exsiccatam, Wien 1907, 11. bis 12. Lieferung, p. 9 »In glareosis vallis Sunk prope pagum Trieben, solo magnesitico, c 1000 *m*, Juli 1907, leg. v. Hayek«. Die systematische Richtigstellung dieser Art in *Dianthus carthusianorum* var. *capillifrons* ist mittlerweile durch Nevole in »Flora der Serpentinberge in Steiermark«, Acta societatis scientiarum naturalium moravicae, Tomus III, Fasciculus 4, Signatura F 24, Brno, 1926, p. 62 und 63, erfolgt. (Die Art kommt auch auf Serpentin bei Kraubath und Kirchdorf sowie bei Bernstein und im Gurhofgraben vor.)

Hayek gedenkt auch in »Pflanzengeographie der Steiermark«, Mitt. d. N. V. f. St., Bd. 59, 1923, p. 29, der Auffindung von *Asplenium adulterinum*, erstmalig durch Breidler (Herbarbeleg!), auf dem Magnesite von Oberdorf. Ich selbst habe in Ö. b. Z. 1918

»Bemerkenswerte neue Pflanzenstandorte aus Steiermark«, p. 125 und 126 *Asplenium cuneifolium* nebst *Fagus silvatica, Erica carnea, Phegopteris Robertiana* zuerst für den Magnesit des Sattlerkogels der Veitsch nachgewiesen und in »Botanische Beobachtungen aus Steiermark«, Ö. b. Z., 1920, p. 211, das Vorkommen von *Asplenium viride, A. trichomanes, A. Ruta muraria, Cystopteris fragilis* und *Polypodium vulgare* auf dem Magnesite von Oberdorf erwähnt.

Neuestens führt Nevole (l. c., 1926, p. 71) von den Magnesiten Oberdorfs aus, daß hier »eine ausgesprochene Kalkflora dem Beschauer sich darbiete« mit Arten wie: *Minuartia Gerardii, Heliosperma quadrifidum, Moehringia muscosa, Silene nutans, Calamintha alpina, Helleborus niger, Botrychium Lunaria, Coeloglossum viride* u. a. Derselbe Forscher teilte mir auch brieflich (unter 11. Oktober 1927) auf eine Anfrage, ob er nicht außer *Sempervivum Pittonii* noch andere Arten, die auf Serpentin bei Kraubath wachsen, dort auf Magnesit angetroffen habe, mit, daß er sich erinnere, auch *Sempervivum hirtum* und *S. hirtum* β *Hillebrandtii* (Schott) Hay — die Serpentinform des vorigen — auf Magnesit dort aufgefunden zu haben. Diese wenigen, aber trotzdem sehr bemerkenswerten Beobachtungen, die den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der Magnesitflora kennzeichnen, rechtfertigen wohl durchaus den Wunsch nach einer Erweiterung derselben, wie insbesondere nach einer Überprüfung der von Hayek (Pflanzengeographie der Steiermark, p. 29) geäußerten Vermutung, daß hinsichtlich der Flora des Magnesitbodens kein wesentlicher Unterschied gegenüber Kalkboden zu bestehen scheine (wenn man von *Asplenium adulterinum,* beziehungsweise »*Dianthus tenuifolius*« absieht).

III. Der Magnesitstock von Vorwald bei Wald.

Dieser Pinolit-Magnesitstock befindet sich im Hange des Schober in einem Kalkzuge. Aus dem Profile von Heritsch (l. c., 208) ersieht man, wie über den anstehenden Kalk und Magnesit Chloritschiefer, Serizitschiefer u. a. Grauwackenschiefer folgen. Auf den Magnesit besteht ein Tagbau der Alpinen-Montangesellschaft in zirka 900 *m* Seehöhe. Ähnlich wie im Sunk ist auch hier im eigentlichen Abbauterrain natürlich die ursprüngliche Vegetation gründlich zerstört und die da und dort angesiedelte spärliche Sekundärvegetation für den Botaniker nur von untergeordneter Bedeutung. Mehr Beachtung verdienen schon einzelne, im Gebiete des Tagbaues oder auf den Halden liegende größere, abgestürzte oder abgesprengte Magnesitblöcke mit ihrer zum Teil wohl ursprünglichen, meist aus Kryptogamen bestehenden Vegetation. Das Hauptaugenmerk richtet sich natürlich auf die derzeit noch nicht in den Abbau einbezogenen, anstehenden und mit Humus bedeckten Gesteinspartien des Magnesites. Typisch für den Magnesitfels ist hier überall *Asplenium viride,* teils in Ritzen wachsend, teils in überaus charakteristischer Weise am Fuße von

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Blöcken und Wänden, auf Gesteinsterrassen angesiedelt, ebenso am oberen ausgehenden Ende des Gesteins, wo die Humusauflage beginnt (die Wedel sind bis 120 *mm* lang und 10 *mm* breit). Die dem Gestein unmittelbar entwachsenden Exemplare sind meist in auffallender Weise verzwergt (Wedellänge durchschnittlich nur 25 bis 30 *mm*, Wedelbreite 4 bis 5 *mm*), dabei aber durchaus fertil, in ganz ähnlicher Weise, wie dies an der gleichen Pflanze am Serpentin des Lärchkogels (vgl. L I, 374) zu beobachten ist. Wie dort, dringt der Farn auch hier häufig in Klüfte (Blockbalmen) des Gesteins ein, wo er ziemlich weitgehender Lichtabschwächung (bis zu einem Fünfunzwanzigstel herab) ausgesetzt ist, ohne deswegen steril zu werden. Von anderen Farnen beobachtete ich direkt auf dem Magnesitfels noch: *Cystopteris fragilis, Nephrodium dryopteris, Polypodium vulgare, Athyrium filix femina,* ein einziges Mal auch *Polystichum lobatum,* wogegen *Asplenium trichomanes* zu fehlen scheint. Wo das Gestein von einer dickeren Humusschichte überlagert wird, wachsen auch *Nephrodium phegopteris, Pteridium aquilinum* und *Blechnum spicant.* Von der übrigen Kryptogamenvegetation des Gesteins sind noch zu nennen: die Alge *Trentepohlia aurea,* das Lebermoos *Fegatella conica* (besonders auf Erde in den Balmen), die Laubmoose *Hylocomium splendens* (Dill. Hedw.) Br. eur., *Funaria hygrometrica, Hypnum Halleri* Swartz Meth. Musc. und *Schistidium apocarpum* (L.) Br. eur. = *Grimmia apocarpa* Hedw. Die Phanerogamenvegetation des Magnesits ist wenig artenreich. Am bezeichnendsten ist *Moehringia muscosa,* die überall das *Asplenium viride* begleitet, auch in die Balmen, wo sie aber nur bis zu einer Lichtabschwächung von zirka einem Zwanzigstel eindringt. Häufig sah ich auch *Cerastium caespitosum, Alchemilla vulgaris* L., *Rubus Idaeus, Oxalis Acetosella, Teucrium chamaedrys,* ein einziges Mal auch *Rhododendron hirsutum.* Im Gebiete des Tagbaues selbst fand ich an planierten Stellen häufiger *Galeopsis Tetrahit, Erigeron acer, Leontodon autumnalis, Lactuca muralis, Tussilago Farfara,* an feuchten Plätzen auch *Parnassia palustris.* Wo über dem Magnesit eine mächtigere Moosrasen tragende Humusschichte lagert, ist ein ausgesprochenes Callunetum mit *Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus, V Vitis Idaea* nebst *Melampyrum silvaticum* anzutreffen. Dort entwickelt sich auch als Schlußverein ein *Piceetum vacciniosum,* in dem neben *Picea excelsa* noch *Larix decidua, Sorbus Aucuparia,* seltener *Alnus incana* und — im unteren Teile des Magnesitstockes — auch vereinzelt *Fagus silvatica* auftritt, wogegen ich *Pinus silvestris* nicht vorfand. Der aufgenommene Pflanzenbestand stammt aus zirka 900 *m* Seehöhe, in Südostexposition. Das Jahresmittel von Wald (848 *m*) beträgt nach Klein 5·4° C, die jährliche Niederschlagsmenge 1166 *mm* (vgl. Lämmermayr-Hoffer, Naturführer durch Steiermark, Berlin 1922, p. 318). Der Anteil mehr oder weniger ausgesprochener Kalkpflanzen an der Pflanzendecke ist gering (*Asplenium viride, Hypnum Halleri, Fagus silvatica, Moehringia muscosa, Rhododendron*

hirsutum, Teucrium chamaedrys, übertrifft aber noch immer den der kieselsteten, beziehungsweise kieselholden Arten (*Blechnum Spicant, Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus*), während das größte Kontingent die bodenvagen Arten stellen. Trotz ihrer absolut geringen Artenzahl sind es aber gerade die Kalkpflanzen, welche der Vegetation speziell des Magnesitfelsens ein von der Pflanzendecke der Umgebung (Schiefer!) sich deutlich abhebendes Gepräge verleihen. So fehlen, wenigstens soweit ich dies feststellen konnte, den Schiefern durchaus *Asplenium viride, Moehringia muscosa, Teucrium chamaedrys, Rhododendron hirsutum,* wogegen gerade auf ihnen *Blechnum Spicant, Pteridium aquilinum, Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus* u. a., die auf Magnesit nur über Humus wachsen, dominieren. *Polystichum lobatum* ist nach Luerssen (in Rabenhorst, Kryptogamenflora, 1889, Bd. 3, p. 338, im allgemeinen bodenvag, aber doch Kieselboden bevorzugend!). So gewinnt man bei Betrachtung der den humusarmen Partien des Magnesits eigenen Vegetation durchaus den Eindruck der Flora einer Kalkinsel inmitten einer Kieselgesteinsumrahmung. Bemerkenswert ist noch, daß, obwohl die klimatischen Verhältnisse für thermophile Arten nicht günstig sind, solche dennoch in geringer Anzahl (*Moehringia muscosa, Teucrium chamaedrys, Erigeron acer,* letztere Art rechnet Nevole [l. c., p. 65] zu den »xerothermen« Arten) hier vorkommen, was darauf schließen läßt, daß die edaphischen Eigenschaften des Magnesitsubstrates hinsichtlich Trockenheit und Wärme hier denen des dysgeogenen Serpentins nicht unähnlich sind. Sehr gering ist der alpine Einschlag (*Rhododendron hirsutum!*). Ein Großteil der hier beobachteten Pflanzenarten wurde von mir, Nevole u. a. auch auf Serpentinböden wachsend angetroffen.

IV. Der Magnesit des Sattlerkogels der Veitsch.

Gleich dem Magnesitstocke von Vorwald repräsentiert auch jener des Sattlerkogels jenen von Redlich (l. c., p. 305 bis 309) als »Typus Veitsch« bezeichneten Lagerstättentypus, bei welchem Magnesit, nicht an Serpentin gebunden, in krystalliner Form, in Gestalt metamorpher Lager nach Kalk, begleitet von Tonschiefern, Konglomeraten, Grünschiefern und Porphyroiden als unmittelbaren Hangend- oder Liegendgesteinen innerhalb der Grauwackenzone der Alpen auftritt. Ich habe den großartigen Tagbau am Sattlerkogel schon im Jahre 1918 besucht und dabei das Glück gehabt, in den lichten Beständen von *Pinus silvestris* auf der Westseite, in zirka 700 *m* Höhe *Asplenium cuneifolium* — zum ersten Male auf Magnesit! — aufzufinden.

Ich begnügte mich damals damit, diese hochinteressante Feststellung in der Ö. b. Z., 1918, p. 125 und 126, zu veröffentlichen, und erwähnte nur noch nebenbei, daß mit Rücksicht auf die Gegenwart von *Fagus silvatica, Erica carnea, Nephrodium*

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Robertianum die dortige Magnesitflora im allgemeinen den Charakter einer Kalkflora habe. Meine Originalaufzeichnungen von damals enthalten aber noch eine ganze Reihe anderer Pflanzen des dortigen noch nicht in den Abbau einbezogenen Magnesitbodens, die ich nunmehr hier publiziere. Von Farnen sah ich außerdem: *Asplenium Ruta muraria,* von Blütenpflanzen: *Picea excelsa, Salix Caprea, Dianthus Carthusianorum, Silene inflata, Coronilla varia, Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Anthyllis Vulneraria, Reseda lutea, Sanguisorba officinalis, Euphorbia Cyparissias, Cyclamen europaeum, Echium vulgare, Origanum vulgare, Linaria vulgaris, Atropa Belladonna, Hypericum perforatum, Chamaenerion angustifolium, Sambucus racemosa, Galium Mollugo, Lactuca muralis, Tussilago Farfara.*

Wiederum ist — neben zahlreichen bodenvagen Elementen — die Zahl der Kalkpflanzen nicht unbeträchtlich: *Asplenium Ruta muraria, Nephrodium Robertianum, Fagus silvatica, Erica carnea, Cyclamen europaeum,* wogegen ausgesprochene Kieselpflanzen ganz fehlen. Obwohl die jährliche Niederschlagsmenge nach der Karte von Klein (Klimatographie von Steiermark, 1909) sich zwischen 900 bis 1000 *mm* bewegt, ist die Zahl der thermophilen Arten, zu denen außer vielen der obengenannten Kalkpflanzen auch *Reseda lutea* und *Euphorbia Cyparissias* zu rechnen sind, durchaus nicht gering. Alpine Arten fehlen. Als pflanzlicher Schlußverein des Magnesitbodens tritt hier, wenigstens westseitig, der erwähnte lichte Föhrenwald, untermischt mit Fichte und Buche, auf, der mit Rücksicht auf *Erica carnea* im Unterwuchs wohl als *Pinetum ericosum* zu bezeichnen wäre. Ein solches Ericetum ist ja auch für den Serpentin von Kraubath — als Begleiter der Föhre — charakteristisch. Die meisten der hier angeführten Pflanzen wurden von mir, beziehungsweise Nevole auch gelegentlich auf Serpentin nachgewiesen.

V. Der Magnesit von Oberdorf im Tragößtale.

Über diesen Magnesitstock berichtet u. a. schon Rumpf in seiner Abhandlung Über steirische Magnesite, Mitt. d. N. V f. St., 1876, p. 93. Das Liegende dieses Lagers bilden Kalk, Tonschiefer und Talkschiefer, das Hangende Tonschiefer und Grauwackenschiefer. Die beigegebenen Profile (auf Tafel I, Fig. 1 und 2, Südhang und Nordhang) lassen deutlich erkennen, daß an beiden Hängen der Magnesitfels in großer Ausdehnung zutage tritt. Auch dieser Stock ist Gegenstand eines Abbaues und wurde von mir erstmalig im Jahre 1919 aufgesucht. In der Ö. b. Z., 1920, p. 211, veröffentlichte ich lediglich die von mir damals dort gesammelten Farnarten (vgl. Abschnitt II dieser Arbeit). Gelegentlich einer zweiten Exkursion (1921) fand ich dort auch das von Breidler zuerst aufgefundene *Asplenium adulterinum* wieder. Meinen Aufzeichnungen

vom Jahre 1919 entnehme ich weiters das Vorkommen folgender Arten: *Pinus silvestris, Picea excelsa, Betula pendula, Moehringia muscosa, Tunica saxifraga, Silene nutans, Sedum acre, Sempervivum hirtum, Lathyrus silvester,* durchwegs in Westexposition. Das Magnesitterrain liegt in einer Seehöhe von 800 bis 850 *m*, die jährliche Niederschlagsmenge bewegt sich nach der Klein'schen Karte zwischen 900 bis 1000 *mm*. Auch hier ist der Prozentsatz an thermophilen Arten (*Moehringia muscosa, Tunica Saxifraga, Silene nutans, Sedum acre, Sempervivum hirtum, Lathyrus silvester)* nicht gering. Kalkpflanzen treten in großer Anzahl auf, wogegen Kieselpflanzen völlig zu fehlen scheinen. Die von Nevole (l. c., 71) für den Magnesit von Oberdorf namhaft gemachten Kalkpflanzen betreffend sei bemerkt, daß *Botrychium Lunaria* nach Derganc (Zweiter Nachtrag zu meinem Aufsatze über die geographische Verbreitung der *Daphne Blagayana,* Allg. bot. Zeitschrift, 1908, p. 24) in Serbien auch auf Serpentin vorkommt. Dagegen scheint *Helleborus niger* bis jetzt noch nie auf Serpentin beobachtet worden zu sein. Wenigstens sah weder Nevole noch ich ihn auf dem Serpentin des Lärchkogels, obwohl er in nächster Nähe, am Höllerkogel wie auf der Sunkmauer, auf Kalk reichlich vorkommt. Bei Kraubath fehlt *Helleborus niger* überhaupt im ganzen Gebiete. Welchen Standort daher Nevole (l. c., 74) im Auge hat, wenn er unter den Kalkpflanzen, die gelegentlich auf Serpentin vorkommen, auch *Helleborus niger* anführt, ist mir völlig unklar. Ein steirischer kann es nicht sein, da die Pflanze auch bei Kirchdorf fehlt. Bemerkenswert ist das Auftreten der alpinen *Minuartia Gerardi* und des voralpinen *Heliosperma quadrifidum.* Ähnlich wie bei Vorwald sind auch hier die floristischen Gegensätze der Magnesitvegetation und der umgebenden Schiefervegetation recht markant nicht nur hinsichtlich der Blütenpflanzen, sondern auch hinsichtlich der Farne, indem z. B. *Asplenium viride* hier dem Magnesite eigen ist, *Nephrodium dryopteris* und *N. phegopteris* hingegen für die Schiefer bezeichnend sind.

VI. Der Magnesit von St. Ehrhard in der Breitenau bei Mixnitz.

Auch dieses Lager wird von Rumpf (l. c., p. 94) eingehend beschrieben. Es befindet sich im Ostgehänge des Kreuzgrabens, hat — bei einer Mächtigkeit von 15 *m* — als Liegendes phyllitische Tonschiefer, als Hangendes kalkigen Ton oder Grauwackenschiefer. Das beigegebene Profil (Tafel I, Fig. 3) läßt erkennen, daß die den ganzen Gebirgsrücken bildende Hangenddecke zerstreut auch zutage tretende Magnesitfelspartien aufweist. Im allgemeinen aber konnte man zu der in die Schiefer eingehüllten Magnesitlinse erst nach Wegräumung der Hangendschichten gelangen, und so ist wohl die im Gebiete des heutigen Magnesit-Tagbaues in zirka 650 *m* Seehöhe angesiedelte Vegetation fast ausschließlich als eine sekundäre zu bezeichnen, die aber trotzdem nicht ohne Interesse ist. Ich habe

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in der Ö. b. Z., 1918, p. 126, bisher nur berichtet, daß ich gelegentlich einer Exkursion dort keine »Serpentinfarne« aufzufinden vermochte. Als Ergänzung lasse ich meine Aufzeichnungen von damals, die übrige Vegetation betreffend, folgen: An Magnesitfelsen, ostseitig: *Asplenium trichomanes, A. Ruta muraria, Athyrium filix femina, Nephrodium Robertianum, Pteridium aquilinum, Picea excelsa* (Keimpflanze), *Rosa canina, Rubus Idaeus, Ribes Grossularia*; auf bewachsenen Magnesithalden (nordostseitig): Holzgewächse, wie *Salix Caprea, Corylus Avellana, Acer Pseudoplatanus, Fraxinus excelsior, Tilia grandifolia,* von anderen Pflanzen *Silene nutans, Saponaria officinalis, Lotus corniculatus, Anthyllis Vulneraria, Lathyrus silvester, Euphorbia Cyparissias, Anchusa officinalis, Salvia glutinosa, S. verticillata, Verbascum phlomoides, Linaria vulgaris, Oenothera biennis, Sambucus nigra, S. Ebulus, Achillea Millefolium, Senecio Fuchsii, Cirsium arvense, Tussilago Farfara.*

Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt nach der Klein'schen Karte 800 bis 900 *mm*. Typische Kalkpflanzen treten in sehr geringer Zahl auf, Kieselpflanzen fehlen, die bodenvagen Arten dominieren weitaus. Die Zahl thermophiler Elemente ist nicht unbeträchtlich. Viele der angeführten Blütenpflanzen wurden auch schon auf Serpentin beobachtet, so u. a. *Corylus Avellana, Salvia verticillata* bei Kraubath (Nevole, l. c., p. 65), *Salvia glutinosa, Lotus corniculatus, Lathyrus silvester, Cirsium arvense* am Kirchkogel bei Kirchdorf (Nevole, l. c., p. 67 bis 69).

VII. Der Magnesit des Sunk bei Hohentauern.

Der heutige Tagbau der Veitscher Magnesit-Aktiengesellschaft beutet einen zirka 150 bis 200 *m* mächtigen Pinolit-Magnesitstock aus, der nach Heritsch (l. c., p. 202) in Kalk gelegen ist. In noch weit höherem Maße als bei Vorwald ist hier durch den Bergbau der Magnesit seiner Humusdecke beraubt, die ursprüngliche Vegetation vernichtet und nicht einmal eine nennenswerte Sekundärflora angesiedelt, so daß, wie ich mich gelegentlich einer Exkursion im Jahre 1925 überzeugte, dieses Terrain für botanische Studien überhaupt nicht mehr in Betracht kommt. Dafür kann man aber unterhalb dieses Tagbaues, im Verlaufe des Sunkweges, im Tale, sowohl an herabgestürzten Pinolitblöcken wie an zu beiden Seiten gelegentlich anstehenden Pinolitfelspartien immerhin noch Studien über die Vegetation dieses Gesteins anstellen. Dieselben ergaben nachstehende Ausbeute. Von Algen: *Trentepohlia aurea*; von Laubmoosen: *Hypnum rufescens* Dicks = *Orthothecium rufescens* (Dicks) Br. eur. (eine Art, die nach Limpricht in Rabenhorst, Kryptogamenflora, IV/3, p. 17, kalkreichen Boden liebt), *Bartramia Oederi* = *Plagiopus Oederi* (Gunn), (nach Limpricht, l. c., IV/2, p. 550, kalkliebend), *Schistidium apocarpum* β *gracile* (nach

Limpricht, l. c., IV/1, p. 705, besonders auf Kalk), von mir auch auf Serpentin am benachbarten Lärchkogel gefunden (L I, p. 375), *Hylocomium splendens* Dill., Hedw.), Br. eur. (nach Limpricht, l. c., IV/3, p. 580), überall gemein); von Farnen: *Asplenium viride, Cystopteris fragilis, Polypodium vulgare*; an Blütenpflanzen: *Tofieldia calyculata, Dianthus Carthusianorum, D. capillifrons, Silene inflata, Moehringia muscosa, Heliosperma quadrifidum, Helleborus niger, Potentilla caulescens, Saxifraga rotundifolia, Oxalis Acetosella, Erica carnea, Melampyrum silvaticum, Viola biflora, Campanula cochleariifolia, Valeriana saxatilis* — also, wenige bodenvage Arten abgerechnet, — durchwegs Kalkpflanzen, die zum großen Teil auch auf dem Serpentin des benachbarten Lärchkogels vorkommen (*Helleborus niger, Potentilla caulescens, Viola biflora* fehlen allerdings dort) und alle auch dem Kalke des Sunk zueigen sind.

Typische Kieselpflanzen fehlen völlig; desgleichen suchte ich *Asplenium adulterinum* und *A. cuneifolium*, von denen letzteres am Serpentin des Lärchkogels vorkommt, hier auf Magnesit vergeblich. Bemerkenswert ist das Zusammenvorkommen thermophiler Arten, wie *Tofieldia calyculata, Dianthus capillifrons, D. Carthusianorum, Moehringia muscosa, Erica carnea,* mit voralpinen Elementen, wie *Heliosperma quadrifidum, Potentilla caulescens, Saxifraga rotundifolia, Viola biflora*! Der vorgeführte Pflanzenbestand stammt aus zirka 1000 *m* Seehöhe, in welcher sich die jährliche Niederschlagsmenge nach der Klein'schen Karte zwischen 1300 bis 1400 *mm* bewegt.

VIII. Der Magnesit der oberen Millstätter Alpe bei Radenthein (Kärnten).

Auf der oberen Millstätter Alpe, zirka $3^1/_2$ Stunden von Radenthein entfernt, betreibt die Österreichisch-Amerikanische Magnesitgesellschaft einen Tag- und Stollenbau auf Magnesit in Höhen zwischen 1700 bis 1750 *m*. Es handelt sich hier, wie mir Herr Hofrat Dr. A. Tornquist, Professor der Geologie an der Technischen Hochschule in Graz, mitzuteilen die Güte hatte, um ein Magnesitflöz, das als ein metasomatisch an MgO angereichertes Marmorband inmitten von Granatglimmerschiefern anzusprechen ist, demnach wesentlich vom Typus der steirischen Magnesitlagerstätten abweicht. Am oberen Ausgehenden des steil stehenden Flözes tritt auch — nach Tornquist — noch viel nicht in Magnesit umgewandelter Kalk auf, so daß die speziell dort angesiedelte Vegetation wohl nur mit einiger Einschränkung als Magnesitflora bezeichnet werden kann. Ich führe daher hier in erster Linie jene Pflanzen an, die auf unzweifelhafter Magnesitunterlage, auf abgestürzten Blöcken dieses Gesteins sowie im Gebiete des eigentlichen Magnesitsteinbruches — hier vielleicht, ja sogar wahrschein-

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

lich sekundärer Herkunft —, angetroffen wurden. Von Farnen sah ich *Asplenium viride, Cystopteris fragilis, Nephrodium dryopteris,* von Moosen *Tortella tortuosa* (L.) Limpr. (kalkhold), *Schistidium apocarpum* (L.) Br. eur. = *Grimmia apocarpa* Hedw. (bodenvag), von Flechten *Rhizocarpon geographicum* (!!), also eine ausgesprochene Urgesteinsflechte auf Magnesit, ein wohl besonders typischer Fall von Heterotopie!

Die Ausbeute an Blütenpflanzen war gering und umfaßte unter anderem: *Alnus viridis* (!), *Alchemilla alpina, Saxifraga rotundifolia, S. aizoides, Trifolium pratense, Polygala vulgaris, Teucrium chamaedrys, Phyteuma spicatum, Crepis aurea, Achillea Millefolium, Tussilago Farfara, Hieracium murorum.* Neben typischen Kalkpflanzen, vor allem *Asplenium viride,* das sich nachgerade als eine Leitpflanze des Magnesits herauszustellen scheint, *Teucrium chamaedrys, Saxifraga aizoides* (das nach Hayek, Pflanzengeographie der Steiermark, p. 74, vorzüglich Quellfluren auf Kalk besiedelt) und *Tortella tortuosa* trägt der nackte oder äußerst humusarme Magnesitfels hier aber auch Kieselpflanzen, wie *Rhizocarpon geographicum* und *Alnus viridis*! Die Zahl der letzteren steigert sich um so mehr, je mächtiger die Humusschichte wird, und speziell dort, wo sich über das obere Ausgehende des Flözes, beziehungsweise über Magnesit + Kalk eine starke Humusdecke lagert, trifft man fast ausschließlich kieselholde Bewohner der Alpenmatte, wie *Veratrum album, Potentilla aurea, Campanula barbata, Arnica montana,* stellenweise auch Gruppen von *Rhododendron ferrugineum* und *Alnus viridis* als Elemente eines *Rhododendretums ferruginei,* das zu einem *Piceetum rhododendrosum,* dem aus *Picea excelsa* und *Larix europaea* gebildeten Schlußvereine hier an der Waldgrenze überleitet, der auch für den Glimmerschiefer der Umgebung der gleiche ist. Bemerkt sei, daß viele der angeführten Arten, vor allem *Rhizocarpon geographicum, Alnus viridis, Saxifraga aizoides,* auch auf dem Serpentin des Lärchkogels (letzteres nach Nevole, l. c., p. 70) beobachtet wurden. Die Zahl der thermophilen Arten ist gering: *Trifolium pratense, Polygala vulgaris, Teucrium chamaedrys,* wohl entsprechend der Höhenlage und der jedenfalls bedeutenden Niederschlagsmenge (genaue Daten hierüber konnte ich nicht erhalten). Immerhin verdient der Umstand, daß *Teucrium chamaedrys* hier bis über 1700 *m* ansteigt gegenüber 1620 *m* am Serpentin des Lärchkogels und 1500 *m* auf Kalk in Tirol (vgl. L I, p. 381), besondere Hervorhebung. Hebt sich auch im allgemeinen hier die Flora des Magnesitbodens infolge ihrer schwachbetonten Kalknote weit weniger scharf von jener des Glimmerschiefers der Umgebung ab als in den bisher besprochenen Fällen, so sei doch erwähnt, daß zum Beispiel, allerdings in tieferen Lagen, am Wege von Radenthein hieher für den Glimmerschiefer *Asplenium trichomanes* und *Asplenium septentrionale* sehr bezeichnend sind, wogegen ihm *A. viride* völlig fehlt.

IX. Der Charakter der Magnesitflora.

Überblickt man die im vorigen gebrachten Beiträge zur Flora von sechs verschiedenen Magnesitlagerstätten, so ergeben sich dabei unzweifelhaft gewisse Übereinstimmungen und Gesetzmäßigkeiten. Niemals fehlen z. B. der Pflanzendecke dieses Gesteins typische Kalkpflanzen, deren Auftreten, beziehungsweise Menge aber keineswegs streng proportional dem jeweiligen Gehalt an CaO des Magnesits ist. So steht die Artenzahl der Kalkpflanzen auf dem Magnesite von Oberdorf (CaO = Spur) kaum hinter jener des Sunks (CaO = 1·01%) zurück; sie ist schon etwas geringer auf dem Sattlerkogel, obwohl hier der Kalkgehalt am größten (CaO = 1·83%)[1] ist, vermindert sich noch weiter in Vorwald (CaO = 0·86%) und St. Ehrhard (CaO = = Spur) und erreicht den geringsten Wert auf der oberen Millstätter Alpe (CaO = 0 25%). Anderseits soll nicht verkannt werden, daß z. B. *Erica carnea*, ein typischer Kalkzeiger, nur auf den Magnesitböden mit dem höchsten Gehalt an CaO (des Gesteins), d. i. am Sattlerkogel und im Sunk, auftritt! Der Einschlag an Kieselpflanzen ist am stärksten auf der Millstätter Alpe (SiO_2 = 1·95%), geringer bei Vorwald (SiO_2 nicht ausgewiesen) — in beiden Fällen über Humus —, ausgenommen *Rhizocarpon geographicum* auf der Millstätter Alpe direkt auf Magnesitfels! — und fehlt völlig bei Oberdorf, St. Ehrhard, Sattlerkogel, Sunk (mit Ausnahme von St. Ehrhard, wo SiO_2 = 0·5%, ist ein SiO_2-Gehalt nirgends ausgewiesen). Von »Magnesiapflanzen«, als welche in der Literatur noch immer *Asplenium cuneifolium* und *Asplenium adulterinum* angeführt werden, weisen nur die Magnesite von Oberdorf und vom Sattlerkogel je eine Art auf, erstere *Asplenium adulterinum*, letztere *A. cuneifolium*. Der MgO-Gehalt des Gesteins ist bei Oberdorf 47·25%, am Sattlerkogel 42·60%,[2] bei Vorwald 45·55%, Sunk 45·60%, St. Ehrhard 45·24%, auf der Millstätter Alpe 45·55%. Also auch hier keinerlei strenge Proportionalität zwischen MgO-Gehalt und Auftreten beider Arten! Stellt man sich übrigens auf den chemischen Standpunkt, so müßte man vermuten, daß beide Farne in erster Linie — und weit häufiger als auf Serpentin — auf Magnesit anzutreffen seien, da ja der MgO-Gehalt der Magnesite stets ein weit höherer (als Mittel aus den 14 Analysen der Tabelle ergibt sich ein Gehalt von 44·71% MgO) als der der Serpentine ist. (Die steirischen Serpentine haben im Mittel 36·94% MgO.) Freilich haben ja alle diese Betrachtungen insofern nur recht bedingten Wert, als es ja keineswegs erlaubt ist, die chemische Zusammensetzung des Gesteins auch nur annähernd mit jener des Bodens, beziehungsweise Standortes der Vegetation zu identifizieren, ausgenommen jene Fälle, wo Standort und nackter Fels sich decken, wie etwa bei den aus Flechten und Moosen sich rekrutierenden »Chomophyten«, vielleicht auch noch bei einigen wenigen felsbewohnenden Farnen und Blütenpflanzen (»Chasmophyten«). Thermophile Elemente sind — in wechselnder Menge — auf den untersuchten Magnesitböden stets zu finden. Wo sie stärker hervor-

[1], [2] sind Mittelwerte aus den Analysen 9 und 10 der Tabelle p. 71.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

treten, wie am Sattlerkogel, in Oberdorf und St. Ehrhard, hängt dies ersichtlich mit der geringeren Seehöhe (zwischen 700 bis 800 *m*) und der geringeren Niederschlagsmenge (800 bis 1000 *mm*) — gegenüber Vorwald (900 *m*, 1166 *mm*), Sunk (1000 *m*, 1300 bis 1400 *mm*), Millstätter Alpe (1700 *m*, Niederschlagsmenge mir nicht bekannt, aber sicher noch weit über 1400 *mm* hinausgehend) zusammen. Sicher spielt auch die Exposition dabei eine wichtige Rolle, welche bei den beiden erstgenannten Lokalitäten eine westliche, bei den übrigen eine mehr oder weniger östliche ist; vor allem aber die physikalische Eigenart des Magnesitbodens — Wärme, Trockenheit —, der hierin dem Kalk und auch dem Serpentin entschieden nahezustehen scheint. Wenn nun, wie eingangs erwähnt, Hayek (Pflanzengeographie von Steiermark, p. 29) sagt, daß zwischen der Flora des in chemischer Hinsicht dem Serpentin nahestehenden Magnesits und jener des Kalkbodens kein wesentlicher Unterschied zu bestehen scheine (wenn man von dem Vorkommen der beiden Farne *Asplenium adulterinum* und *A. cuneifolium* auf Magnesit absehe), so geben ihm unsere Untersuchungen hierin ja im allgemeinen recht. Allerdings möchte ich dazu bemerken, daß man den Magnesit — als Karbonat — in chemischer Hinsicht dem Serpentin — als Silikat — wohl kaum als »nahestehend« bezeichnen kann. Richtig ist lediglich, daß beide — in chemischer Hinsicht — durch einen hohen Magnesiagehalt übereinstimmen. Daß es aber nicht dieser allein sein kann, welcher das Vorkommen der beiden oben genannten Farne auf Serpentin und Magnesit bewirkt, habe ich bereits in meiner Arbeit über die Serpentinflora ausführlich dargelegt. Ebensowenig wie jedem Serpentin sind beide Farne auch etwa jedem Magnesit zu eigen, treten vielmehr auf letzterem Gestein sehr sprunghaft und spärlich auf. Wenn also auch die Magnesitflora einerseits zweifellos Beziehungen zur Serpentinflora aufweist, so darf man anderseits gewisse Unterschiede beider nicht außer acht lassen. Wie ich schon früher (L II, 47) hervorhob, verhält sich der Serpentin in vielen Fällen wie ein chemisch neutraler Boden, der Kalk- und Kieselpflanzen in gleicher Weise die Ansiedlung ermöglicht, was sich u. a. ganz besonders deutlich in dem Auftreten von Mischbeständen solcher Pflanzen, z. B. *Erica carnea* und *Calluna vulgaris*, äußert. Während also in dieser Hinsicht die Flora des Serpentins ein ausgesprochenes Bindeglied zwischen jener der Karbonate einerseits, der Silikate anderseits bildet, trifft dies für den Magnesit nicht oder doch nicht in solchem Maße zu. Solche Mischbestände scheinen ihm völlig zu fehlen, *Erica carnea* und *Calluna vulgaris* treten auf ihm räumlich getrennt, erstere, wie es scheint, nur bei höherem CaO-Gehalt des Gesteins, auf. Die Einstellung des Magnesitbodens in Bezug auf die Pflanzendecke ist eine entschieden einseitigere als die des Serpentins. Seine Flora lehnt sich im allgemeinen, (wenn auch z. B. selbst der nackte Magnesitfels gelegentlich Kieselpflanzen, wie *Rhizocarpon geographicum*, nicht ausschließt), entschieden weit mehr an die reine Kalkflora als an die Serpentin- oder Urgesteinsflora

an. Kieselpflanzen in größerer Menge treten auf Magnesit, wie wir sahen, fast stets nur über einer isolierenden Humusschichte — ganz ähnlich wie über Kalk — auf. Wenn nun eine ganze Reihe von Kalkpflanzen (z. B. *Asplenium viride, Erica carnea*) in gleicher Weise Kalk, Magnesit, Dolomit, aber auch Serpentin, zu besiedeln vermögen, so kann dies möglicherweise zum Teil wenigstens in einer partiellen chemischen Übereinstimmung, beziehungsweise in dem mehr oder weniger bedeutenden CaO-Gehalte des Substrats begründet sein. Kalkboden hat nach Hayek (Allgemeine Pflanzengeographie, Berlin 1926, p. 36) geringe Wasserstoff-Ionenkonzentration und eine dadurch bedingte Alkaleszenz.

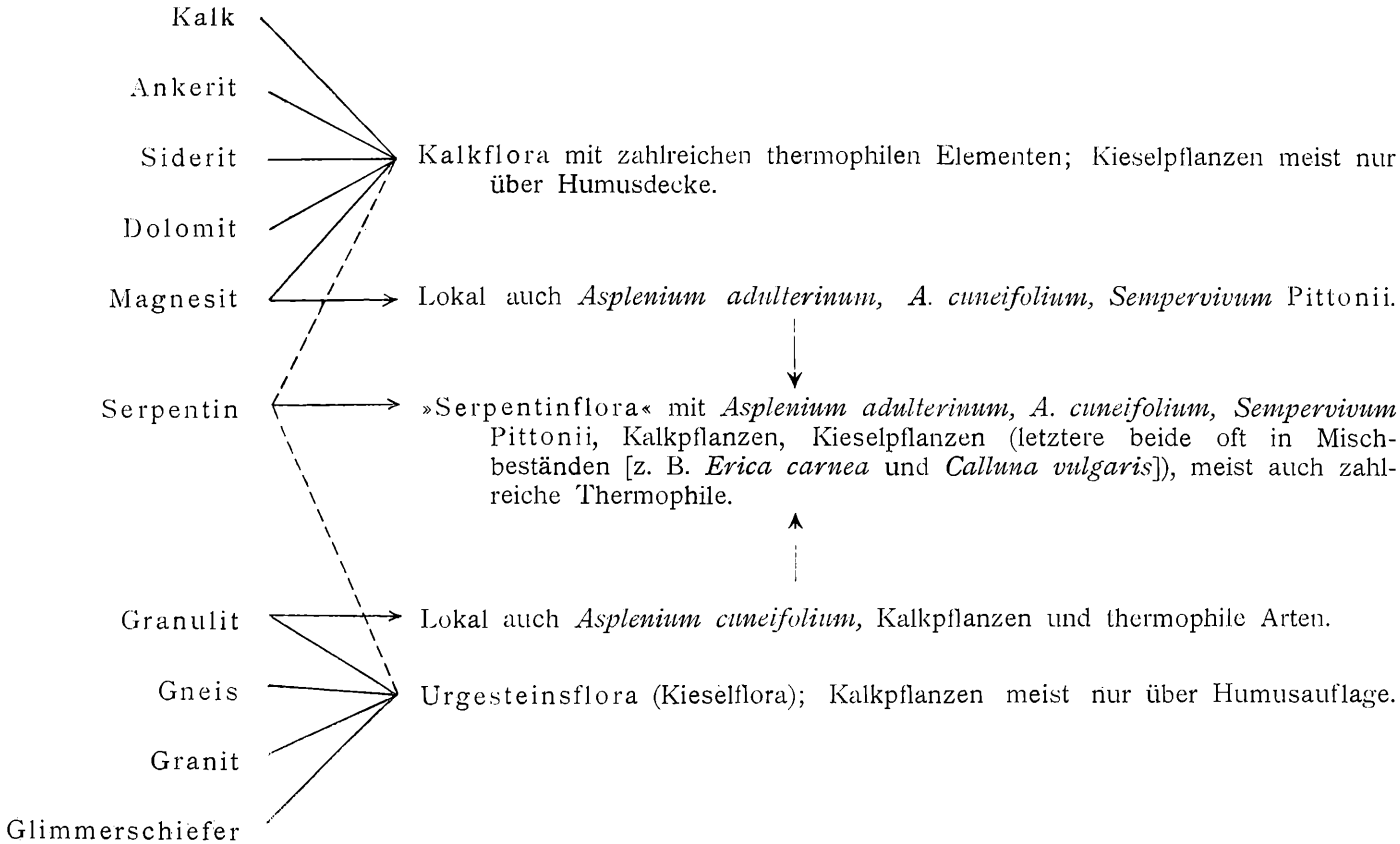
Die meisten Kalkpflanzen gedeihen nun nach Lundegardh (Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben, 1925, p. 297) nicht deshalb auf Kalkböden gut, weil sie viel Kalk als Nährstoff brauchen, sondern u. a. vielleicht wegen der neutralen oder alkalischen Reaktion desselben, wogegen umgekehrt kalkfliehende Pflanzen meist nicht das Ca-Ion an sich meiden, sondern die alkalische Reaktion. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß außer Kalk auch andere Karbonate, wie Magnesit, Dolomit, Ankerit, Siderit, beziehungsweise die von ihnen gebildeten Böden, dieselbe Reaktion aufweisen. Mindestens ebenso berechtigt ist aber auch die Annahme, daß es vor allem eine weitgehende Übereinstimmung der physikalischen Eigenschaften aller dieser Bodenarten ist, vor allem Trockenheit und hohe Wärmekapazität, welche den gemeinsamen Prozentsatz an Kalkpflanzen, beziehungsweise thermophilen Arten bedingt. Magnesit und wohl auch Dolomit sind zweifellos in vielen Fällen ebenso dysgeogene, wenn auch bestimmt nicht so nährstoffarme Böden wie Serpentin, können aber wie letzterer unter Umständen wohl auch eugeogenen Charakter tragen. Mit Recht betont Hayek (Pflanzengeographie der Steiermark, p. 29), daß z. B. die charakteristischen Bestände von *Pinus silvestris* mit *Erica carnea* auf dem Dolomit der nördlichen Kalkalpen wohl in den physikalischen, nicht aber in den chemischen Eigenschaften dieses Gesteins begründet sein dürften! Ebendort und in seiner Allgemeinen Pflanzengeographie, 1926, p. 36, bezeichnet er die Dolomitflora als eine mit der des Kalkbodens übereinstimmende, höchstens daß der Dolomit wegen seiner noch stärker psammogenen Eigenschaften im Sinne Thurmann's (= gröberer Verteilungszustand des Gesteins) von einer noch mehr xerophilen Flora besiedelt werde. Was die Flora des Siderits betrifft, so scheint sie nach Hayek (Pflanzengeographie der Steiermark, p. 30) mit der Kalkflora gleichfalls übereinzustimmen, doch wären noch eingehendere Untersuchungen hierüber sehr erwünscht. Das gleiche gilt wohl auch für den Ankerit. Schon vor Jahren habe ich auf den großen Ankerithalden des steirischen Erzberges in Krumpental (wo dieses Gestein als taubes Material abgestürzt und nach Verfestigung neu von Pflanzen besiedelt wird) in der dortigen Sekundärflora typische Kalkpflanzen, wie *Nephrodium Robertianum* und *Helle-*

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

borus niger neben zahlreichen thermophilen Elementen, wie *Lotus corniculatus, Reseda lutea, Euphorbia, Cyparissias, Salvia glutinosa, Verbascum phlomoides, Origanum vulgare, Gentiana ciliata* u. a. angetroffen. Leider sind unsere Kenntnisse betreffend die physikalischen Eigenschaften aller dieser Gesteine (mit Ausnahme des Kalkes) noch recht unbefriedigend. Die Löslichkeitswerte in 10.000 Teilen mit CO_2 gesättigten Wassers bei $+18°$ C sind nach Doelter (Physikalisch-Chemische Mineralogie, 1905, p. 210) für die Minerale: Kalzit 10 bis 12 Teile, Siderit 7·2, Dolomit 3·10, Magnesit 1 15 — und in ähnlicher Weise dürften sich ja auch die entsprechenden Gesteine erhalten, wobei sie alle an Löslichkeit den Serpentin noch weit übertreffen. Im allgemeinen darf man also wohl sagen, daß außer Kalkfels auch noch Magnesit-, Dolomit-, Ankerit- und Sideritfels sowie die aus ihnen hervorgegangenen Vegetationsböden eine mehr weniger ausgesprochene »Kalkflora« aufweisen, die Magnesitflora aber durch das gelegentliche Auftreten von *Asplenium adulterivum, A. cuneifolium* und *Sempervivum Pittonii* auch zur Flora der Serpentinböden überleitet, die ihrerseits wieder — unbeschadet eines hohen, durch vorige Arten bedingten individuellen Gepräges — durch das gleichzeitige Auftreten von Kalk- und Kieselpflanzen den Übergang zur Urgesteinsflora vermittelt, innerhalb welcher speziell wieder der Granulit (durch das gelegentliche Auftreten von *Asplenium cuneifolium* in Böhmen sowie von Kalkpflanzen und xerothermen Arten in Mähren und Sachsen) eine ähnliche zum Serpentin überleitende Stellung einnimmt wie der Magnesit in der Reihe der Karbonate. Wir kommen also zu nebenstehendem Schema (p. 69).

Die Anordnung der Karbonate in diesem Schema ist eine derartige, daß dabei der CaO-Gehalt vom Kalk bis zum Magnesit konstant fällt. Er beträgt bei Kalk nach Analysen in Rosenbusch (Elemente der Gesteinslehre, 1901, p. 416, Kalk von Prag) und Angel (Gesteine der Steiermark, p. 263, Kalk von Trieben) im Mittel zirka 51·74%, bei Ankerit nach Redlich (Der steirische Erzberg, Bergbaue Steiermarks, IX. Heft, Leoben 1916, p. 49, Mittel aus drei Analysen) und Angel (l. c., p. 268, von Radmer) zirka 31·53%, bei Dolomit nach Rosenbusch (l. c., Prag, Kärnten, p. 424) und Angel (l. c., p. 263 und 267, Sunk, Grazer Schloßberg) zirka 29·87%, bei Siderit nach Redlich (Der steirische Erzberg, p. 45) zirka 5·92%, bei Magnesit, nach den 14 Analysen der Tabelle am Ende dieses Abschnittes 0·94%; der CaO-Gehalt des Serpentins beträgt im allgemeinen Durchschnitt zirka 3·50%, bei den steirischen Serpentinen aber nur 0·75% (vgl. L II, p. 33). Der CaO-Gehalt des Granulits ist nach Rosenbusch (l. c., p. 506, Analysen Nr. 1, 2, 3, 4, 7) gleich 1 12%, jener des Gneises nach Rosenbusch (l. c., p. 485, Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 11, p. 487, Nr. 1, 4, 7; p. 488, Nr. 1) gleich 1·67%, jener des Granits nach Rosenbusch und Rinne (vgl. L II, p. 33) gleich 1·60%, des Glimmerschiefers (vgl. L II, p. 46) gleich 2·32%.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at



© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der MgO-Gehalt beträgt — stets nach obigen Zitaten — bei Kalk etwa 2·84%, bei Ankerit 9·79%, bei Dolomit 20·18%, bei Siderit 4·06%, bei Magnesit 44·71%, bei Serpentin im allgemeinen 37·57%, bei den steirischen Serpentinen 36·94%, bei Granulit 0·37%, bei Gneis 1·80%, bei Granit 0·90%, bei Glimmerschiefer 1·45%. Das Verhältnis von CaO MgO (der Kalkfaktor) stellt sich bei Kalk wie 25:1, bei Ankerit wie 3:1, bei Dolomit wie 1·5:1, bei Siderit wie 1·25:1, bei Magnesit wie 0·021:1, bei Serpentin wie 0·08:1 (steirische Serpentine wie 0·02:1). Der Gehalt an SiO_2 ist in der ganzen Karbonatreihe in der Regel gleich Θ (ausnahmsweise hoch, z. B. beim Plattenkalk des Kulm — 29·10% — oder beim Dolomit von Reutte — 13·35% — [vgl. Rosenbusch, l. c., p. 416 und 424]), beim Magnesit der Millstätter Alpe gleich 1·95%, beim Serpentin im Mittel gleich 40·5% (vgl. L II, p. 33), beim Granulit gleich 74·82%, Granit 72·78%, Gneis 66·77%, Glimmerschiefer 67·78%. Nach Kraus (Boden und Klima auf kleinstem Raum, Jena 1911, p. 19) sind alle Böden, die noch einen Mindestgehalt von 2 bis 3% $CaCO_3$ (= 1 12 bis 1·68% CaO) aufweisen, als »Kalkböden« anzusprechen, dagegen solche mit geringeren Werten, z. B. 1 bis 2% $CaCO_3$ (= 0·6 bis 1 12% CaO), als »Kieselböden«.

Welches Gestein einen »Kalkboden« und welches einen »Kieselboden« in seiner Verwitterungserde liefern wird, läßt sich auf Grund der Gesteinsanalyse mit Sicherheit wohl kaum voraussagen. Es kann ebensogut ein Gestein, in dem z. B. der CaO-Gehalt unter obigem Mindestgehalte bleibt, trotzdem bei der Verwitterung noch einen Kalkboden liefern, wie z. B. die steirischen Serpentine mit durchschnittlich 0·75% CaO oder die Magnesite von Wald, Oberdorf, St. Ehrhard in der Breitenau und von der oberen Millstätter Alpe, als umgekehrt ein Gestein mit einem CaO-Gehalte, der obigen Wert übersteigt, wie Gneis, Granit, Glimmerschiefer, trotzdem einen Kieselboden ergeben. Ich halte es auch durchaus für nicht ausgeschlossen, daß selbst ein unter obigem Minimum liegender Gehalt von CaO — gleichgültig, ob im Gestein oder in der Verwitterungserde desselben — kein absolutes Hindernis für die Besiedelung durch Kalkpflanzen zu bilden braucht, vielmehr diese sich auch einem solchen — mit oder ohne Abänderung ihrer Form — anzupassen vermögen. Vielleicht ist die erwähnte Zwergform des *Asplenium viride* auf dem Magnesitfels von Vorwald (dessen CaO-Gehalt = 0·86%) in diesem Sinne aufzufassen, das heißt als habitueller Nanismus, beziehungsweise als eine Folge der Unterernährung, des allgemeinen Nährstoffmangels, da ja nach dem Liebig'schen Gesetze des Minimums alle vorhandenen Nährstoffe des Substrates von der Pflanze nur insoweit ausgenützt werden, als es nach Maßgabe des in geringster Menge vorhandenen Nährstoffes oder der in geringster Menge vorhandenen Nährstoffe möglich ist. Ob man das Vorkommen von *Rhizocarpon geographi-*

cum auf dem Magnesitfels der oberen Millstätter Alpe als eine Anpassung an den geringen CaO-Gehalt (0·25%) des Gesteins oder aber an den relativ hohen SiO_2-Gehalt (1·95%) auffassen soll, dünkt mich schwer zu entscheiden. Wahrscheinlich spielen beide Momente eine gleich wichtige Rolle. Daß der konstant hohe MgO-Gehalt des Magnesits allein es ist, der irgendeine spezifische Wirkung, so etwa das gelegentliche Auftreten von *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum*, bedingt, bestreite ich nach wie vor

	14 Teilanalysen von Magnesiten (13 in Steiermark, 1 in Kärnten) Berücksichtigt: MgO, CaO, FeO, SiO_2; K_2O nicht ausgewiesen	In Prozenten				
		MgO	CaO	FeO	SiO_2	
1.	Oberort (Redlich, Typen der Magnesitlagerstätten, p. 360)	45·55	0·86	1·62	—	Nicht ausgewiesen
2.	Oberdorf (Hatle, Minerale der Steiermark, 1885, p. 96). Analyse Hauer...	47·25	Spur	0·43	—	
3.	Wald A.(Redlich, l. c., p. 306) = Hatle, l. c., p. 96. Analyse Ullik ..	45·55	0·86	1·62	—	
4.	Sunk (Redlich, l. c., p. 306) = Hatle, l. c., p. 96. Analyse Ullik .	45·60	1·01	1·74	—	
5.	St. Ehrhard (Hatle, l. p. 96). Analyse Hauer.	45·24	Spur	3·70	0·5	
6.	Kraubath (Hatle, l. p. 96). Analyse Höfer ..	48·41	—	—	—	Nicht ausgewiesen
7.	Kaswassergraben (Angel, Gesteine der Steiermark, 1924, p. 63). Analyse Machatschki. ..	43·46	1·30	3·04	—	
8.	St. Lorenzen im Paltentale (Angel, l. c., p. 264). Analyse der Geologischen Reichsanstalt. ..	44·89	1·01	0·81	—	
9.	Sattlerkogel (Veitsch) (Angel, l. c., p. 263). Mittel aus drei Analysen, VI bis VIII, nach Redlich. ..	42·78	1·99	3·30	—	
10.	Sattlerkogel (Veitsch) (Redlich, l. c., p. 306) ..	42·43	1·68	3·53	—	
11.	Neuberg (Angel, l. c., p. 264). Analyse der Geologischen Reichsanstalt.. .	41·22	2·66	4·16	—	
12.	Kotalpe bei Turrach (Angel, l. c., p. 263). Nach Redlich ..	38·21	2·14	7·72	—	
13.	St. Michael (Angel, l. c., p. 264). Analyse der geologischen Reichsanstalt ...	39·85	6·88	1·71	—	
14.	Obere Millstätter Alpe bei Radenthein (Mitteilung von Prof. Dr. Tornquist)....	45·55	0·25	1·50	1·95	
	Mittelwerte aus vorigen 14 Analysen	44·71	0·94	2·03	1 (?)	

Wo in den Originalanalysen die Karbonate angegeben sind, wurden sie von mir in Oxyde umgerechnet.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ganz entschieden. Eher möchte ich zu der Ansicht neigen, daß er es ist, der im Vereine mit dem CaO-Gehalte eine chemische Konstellation schafft, die — bei gleichzeitiger Verwirklichung gewisser physikalischer Bodeneigenschaften und klimatischer Bedingungen — eine Kalkflora nach sich zieht, seltener auch die genannten Farne, eine Konstellation, innerhalb welcher vielleicht gegenseitige Vertretungen von CaO und MgO eine gewisse Rolle spielen. Mit Rücksicht auf diese bestehende Möglichkeit dürfte es sich vielleicht auch empfehlen, die erwähnte Kraus'sche Definition des Kalkbodens als eines Bodens mit mindestens 1·12 bis 1·68% CaO dahin zu erweitern, daß unter Umständen auch ein geringerer Gehalt an CaO im Boden dieselbe Wirkung hervorbringen könne, wenn er durch eine entsprechende Menge von MgO gewissermaßen kompensiert werde.

B. Die Flora der Serpentinböden.

X. Der Serpentin von Bernstein im Burgenlande.

Die geologischen Verhältnisse dieser Gegend schildert unter anderen J. Czjzek (Das Rosaliengebirge und der Wechsel in Niederösterreich, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1854, Heft III, p. 472), wie folgt: Bernstein liegt auf einer mächtigen Partie von Serpentin, die, südlich von diesem Orte beginnend, in einer Breite von nahe 1000 Klafter nördlich über den Kienberg und Kalte-Eck-Riegel zieht. Südlich von Rettenbach und Tauchen tritt Chloritschiefer auf, der bis Bernstein reicht; an ihn und den Hornblendenschiefer schließt sich unmittelbar der Serpentin an. P. 492 heißt es: Tonschiefer begrenzt die zwei großen Serpentinstöcke von Bernstein und trennt sie voneinander. In der Nähe des Serpentins geht er teilweise in Chloritschiefer über.

Wenn ich auch diese Lokalität im Sommer 1927 in meine Untersuchungen über die Serpentinflora einbezog, so geschah dies weniger in der Erwartung, hier etwa Neues zu finden — da ja die Gegend schon seit langer Zeit von ungarischen und österreichischen Botanikern floristisch ausgebeutet wurde —, als vielmehr in der Absicht, speziell den Einfluß der Exposition auf das Vorkommen und Gedeihen des *Asplenium cuneifolium* hier kennen zu lernen. Da in Heufler's *Asplenii species Europaeae*, Verh. d. Z. b. G., 1856, p. 323, neben der Standortsangabe von *Asplenium Forsteri* Sadl (= *A. cuneifolium*) Bernstein, Serpentin, vermerkt ist, daß der Schloßhügel von Bernstein (= Borostyánkő) auf den geologischen Karten als Serpentin angegeben ist, könnte man vermuten, daß ebendort das *A. cuneifolium* wachse. Dies ist aber nicht der Fall. Wohl aber ist, wie Neumayer H. (Floristisches aus den Nordostalpen und deren Vorlagen, I, Abh. d. Z. b. G., Jahrg. 1923, 73. Bd., p. 211) berichtet, *Asplenium adulterinum* auf den aus Serpentin gebauten Mauern des Schlosses Bernstein zu finden. Ich sah auf dem Schloßhügel nirgends anstehenden Serpentin und ebensowenig *Asplenium cuneifolium*. Der

Schloßberg ist von Laubwald *(Fagus silvatica, Carpinus Betulus)* bestockt, und am Boden, der eine mächtige Humusschichte aufweist, ist *Hedera helix* häufig. Die dortigen Felspartien, welche den Eindruck von Schiefer machen, tragen *Asplenium trichomanes* und *Cystopteris fragilis*. Dagegen tritt Serpentin in großer Ausdehnung auf jenem Hügel auf, der die katholische Kirche trägt, und zwar auf dessen Nordabdachung, die vom Schloßberg durch ein kleines Tal getrennt wird. Dieser — im Gegensatz zum Schloßberg — mit einem schütteren Föhrenwald bestockte Hang ist der Standort der Serpentinflora, speziell des *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum*. In das ziemlich reine, von *Pinus silvestris* gebildete Pinetum sind nur wenige andere Holzarten, wie *Picea excelsa, Abies alba, Betula pendula, Quercus Robur, Sorbus Aucuparia*, eingesprengt, und zwar mit Ausnahme von *Picea excelsa* durchwegs als Unterholz in niedrigwüchsigen Exemplaren; an einer Stelle sah ich auch eine buschförmige, verkrüppelte Rotbuche. *Carpinus Betulus* und *Hedera helix* fehlen. Stellenweise ist *Juniperus communis* nicht selten. *Asplenium cuneifolium* tritt sowohl auf dem humusarmen Waldboden als auch auf Felsen in großer Menge und in einer erstaunlichen Formenfülle auf, die u. a. schon H. Braun (Referat über die Flora Ungarns, Ö. b. Z., 1889, p. 343) und Waisbecker (Flora des Eisenburger Komitats, Ö. b. Z., 1889, p. 63) ausdrücklich hervorheben.

Ich war erstaunt, den Farn hier ebenso in reiner Nordlage wie in Nordost- und Nordwestlagen gleich häufig und gut gedeihend anzutreffen, da dies an seinen steirischen Standorten nicht oder nur ausnahmsweise der Fall ist und er auch am Großen Plischaberg bei Güns — nach Waisbecker (l. c., p. 63) am Nordhang durchaus fehlt. Allerdings ist auch der Nordhang unseres Kirchenhügels, hier typisch dysgeogener, humusarmer, magerer, relativ trockener und gut beleuchteter Serpentinboden, vor der direkten Einwirkung des Nordwindes durch eine gegenüberliegende Erhebung geschützt. Unter diesen Umständen scheinen also auch Nordlagen kein Hindernis für die Besiedelung durch *Asplenium cuneifolium* zu bilden. Seine optimale Entwicklung zeigte *A. cuneifolium* hier entschieden dort, wo er direkt dem Felsen entwuchs oder im Schuttgerölle des Serpentins stand. Er erinnerte mich in dieser Hinsicht hier wie auch auf seinem später zu besprechenden Standort im Gabraungraben bei Pernegg unwillkürlich an das analoge Verhalten zweier anderer Farne — des *Asplenium fissum* im alpinen Kalkgerölle einerseits und des *Allosorus crispus* auf den Urgebirgsschutthalden anderseits! Auch Christ (Geographie der Farne, p. 18/19) bezeichnet *A. cuneifolium* direkt als »eine Geröllpflanze der Serpentinstöcke« und hebt z. B. hervor, daß der Farn auf den Serpentinhalden von Casarza im Geröll steht, während die von Erde bedeckten Ränder von *Asplenium adiantum nigrum* besiedelt sind. Der Lichtgenuß des *A. cuneifolium* bewegte sich hier im allgemeinen zwischen $L = \frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$. Von anderen Farnen sah ich *Asplenium trichomanes, A. Ruta muraria*

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(selten), *A. adulterinum, Nephrodium Robertianum, Pteridium aquilinum*, dagegen nicht *Asplenium viride*. Die Flechtenvegetation ist an den Serpentinfelsen ziemlich reichlich entwickelt, wogegen die Moosdecke ebendort nur lokal stärker hervortritt; von Waldbodenmoosen ist *Leucobryum glaucum* und *Fissidens decipiens* de Not (ein Kalkmoos) häufiger. Von Blütenpflanzen traf ich: *Platanthera bifolia, Dianthus Carthusianorum, Silene nutans, Thlaspi goesingense* Hal., *Sempervivum hirtum (?), Potentilla alba, P. arenaria, P. Serpentini, Lotus corniculatus, Cytisus nigricans, Euphorbia-Cyparissias, Polygala vulgaris, Teucrium chamaedrys, Galium austriacum, Hieracium murorum*. Aus der Tierwelt sei *Salamandra maculosa* erwähnt. Da ich auch noch andere Teile des weitausgedehnten Serpentingebietes kennen lernen wollte, ließ ich mich von einem Ortskundigen zu jener zirka $^3/_4$ Stunden von Bernstein gelegenen Stelle des Kienberges geleiten, wo gegenwärtig der in der großen Steindrechslerei in Bernstein verarbeitete Serpentin gebrochen wird. (Der Abbau ist vorübergehend eingestellt, bis die Lagervorräte aufgearbeitet sind.) Auf dem Wege dahin — die Straße durchquert dabei eintönige, große Kiefernwälder — sieht man überall auf der aus dem Serpentin hervorgegangenen lehmigen Verwitterungserde der Waldböschungen, die zu den seitlichen Wassergräben des Straßeneinschnittes herabziehen, *Asplenium cuneifolium* angesiedelt. Dagegen wird er waldeinwärts zu rasch seltener, und nur ein einförmiges Vaccinietum (hauptsächlich von *Vaccinium Myrtillus, Calluna vulgaris, Pteridium aquilinum* gebildet) bedeckt dort den Waldboden. Die Abbaustelle des Serpentins liegt nördlich der Straße mitten im Wald und enttäuscht floristisch vollkommen, da hier das Gestein zum größten Teil erst nach Wegräumen einer starken Humusdecke zum Abbau gelangte. In der nächsten Umgebung trifft man am Waldboden wohl Grasfluren, Heidelbeergebüsch, Himbeersträucher, Adlerfarnbestände, aber keinerlei »Serpentinfarne«.

Bernstein hat nach Klein (Steirische Wetterkunde, Heimatkunde der Steiermark, Verlag Haase, Wien 1925, Heft 7, p. 31) eine Seehöhe von 610 *m*, ein Jahresmittel von + 7·5° C. und eine jährliche Niederschlagsmenge von 907 *mm*, gehört also klimatisch zu dem Trockengebiet, das von hier auf die Nordoststeiermark übergreift. (Friedberg hat 850 *mm* Niederschlag.)

Ähnlich wie auf den meisten steirischen Serpentinen (speziell Kraubath, Kirchdorf) spielen auch hier wieder Kalkpflanzen und thermophile Arten eine nicht unbedeutende Rolle, wogegen typische Kieselpflanzen ganz zurücktreten.[1] Erwähnt sei noch, daß, obwohl der Serpentin gerade bei Bernstein im Landschaftsbild eine tonangebende Rolle spielt, dadurch doch keineswegs der Eindruck der Armseligkeit und Unfruchtbarkeit des Bodens hervorgerufen wird, wie dies für die Serpentine des südlichen Böhmens von Hochstetter und Suess (vgl. L II, p. 57) so sehr betont wird. Allerdings

[1] Wenigstens am erstgenannten Standorte (Kirchenhügel)!

dominiert auch hier Wald. Aber mit diesen Kiefernbeständen wechseln auch Wiesen mit geschlossener Grasnarbe und Ackerland, und nur stellenweise tritt versumpftes Gelände auf oder magerer Heideboden.

XI. Der Serpentin von Hirt bei Friesach (Kärnten).

Herr Ingenieur Maurer-Löffler in Graz hatte die Güte, mich auf dieses Vorkommen aufmerksam zu machen. Man erreicht es, wenn man von der Station Hirt aus in der Richtung gegen Friesach zunächst bis zum »Kreuzwirt« geht, sodann den Bach übersetzt und auf dessen linkem Ufer aufwärts bis zu dem übrigens auch von Bahn und Straße aus sichtbaren Steinbruche wandert, der etwa 20 Minuten vom Kreuzwirt entfernt ist. Der Serpentinbruch liegt in zirka 620 *m* Seehöhe. Auch hier ist durch den Abbau das ganze Gelände in weitgehendem Maße verändert und dessen ursprüngliche Vegetation wohl zum größten Teile zerstört. Man kann nur feststellen, daß oberhalb einer etwa 10 *m* hohen, durch Schneidemaschinen vollkommen geglätteten, lotrechten Serpentinfelswand eine mächtige Humusdecke lagert, auf der Fichtenwald stockt. Die folgenden Beobachtungen beschränken sich auf die an den seitlichen Rändern des Bruches auf Verwitterungserde und Serpentinschutt, zum Teil auch auf abgestürzten Blöcken dieses Gesteins angesiedelte, spärliche Vegetation, die zum größten Teile wohl sekundären Ursprungs ist. Von Farnen sah ich nur *Asplenium trichomanes* und *Pteridium aquilinum,* von Moosen *Syntrichia tubulata* Web et Mohr = *Tortula subulata* (L.) Hedw. [nach Limpricht in Rabenhorst, Kryptogamenflora 1890, IV/1, p. 61, ein allgemein auf Erde verbreitetes Moos], von Blütenpflanzen: *Salix Caprea, Corylus Avellana, Carex Pairaei, Silene nutans, S. inflata, Melandryum album, Aquilegia vulgaris, Rubus Idaeus, Astragalus glycyphyllos, Lotus corniculatus, Geranium Robertianum, Hypericum perforatum, Viola tricolor, Lithospermum officinale, Campanula persicifolia, Tussilago Farfara.* Darunter sind zwar einige thermophile Arten, wie *Silene nutans, Aquilegia vulgaris, Lotus corniculatus, Lithospermum officinale,* die ja aber auch sonst ziemlich allgemein verbreitet sind. Bei dem Umstande, daß wir uns hier in einem ausgesprochenen Trockengebiete mit nur 700 *mm* jährlicher Niederschlagsmenge befinden, das die Fortsetzung des steirischen Trockengebietes südlich von Neumarkt — bei Einöd — darstellt (vergl. dazu meine Studien über die Verbreitung thermophiler Pflanzen im Murgaue, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien 1924, p. 219 und 247), hatte ich aber gerade hier — auf Serpentin —, als einem hiefür besonders geeigneten Substrat, zahlreiche jener besonders charakteristischen thermophilen Arten anzutreffen gehofft, welche Scharfetter (Die südeuropäischen und pontischen Florenelemente in Kärnten, Ö. b. Z., 1908, p. 4) und Beck (Über die postglaziale Wärmeperiode in den Ostalpen, Lotos, 1915, Bd. 63, Nr. 4, p. 41 und 42) für die Gegend von Friesach — wohl von Kalksubstrat — anführen. Möglich, ja wahrscheinlich, daß sie ehemals

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auch hier, vielleicht auf anstehendem Serpentin, vorkamen, dann aber dem Abbau dieses Gesteins zum Opfer fielen.

XII. Der Serpentin des Predigtstuhles bei Kirchdorf nächst Bruck a. d. Mur.

Man besteigt diesen 795 *m* hohen Berg, der gegenüber dem Kirchkogel und Trafößberge sich erhebt und gleich diesen aus Serpentin besteht, am raschesten — allerdings mühsam — über seinen pfadlosen Südost-Steilabfall direkt von Kirchdorf aus, bequemer über Zlatten. In der Literatur fand ich über seine Flora nur die eine Angabe, daß nach Hayek (Flora von Steiermark, I. Bd., 1908, H. 1, p. 27) hier »*Asplenium cuneifolium* bis auf die Spitze des Predigtstuhles vorkommt«, weshalb ich eingehendere Beobachtungen über seine Vegetation nicht für überflüssig hielt. Wie zu erwarten, ist das Bild der Pflanzendecke hier von jener des Kirchkogels und Trafößberges im wesentlichen nicht verschieden. Auch hier ist der felsige, kahle Südosthang vorwiegend von Kieferngruppen (*Pinus silvestris)* bestockt, denen sich vereinzelt *Picea excelsa* und *Sorbus Aucuparia* zugesellen. *Fagus silvatica* sah ich nicht. Die Bodenvegetation bestreiten wieder *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum, A. trichomanes, A. Ruta muraria, Polypodium vulgare. Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* waren vereinzelt auch auf der nördlichen Abdachung des Grates, aber stets in unmittelbarer Gratnähe und bei guter Beleuchtung, anzutreffen. Von Blütenpflanzen kommen auch hier wieder *Dianthus Carthusianorum, Silene inflata, Sedum acre, Sempervivum hirtum, Potentilla arenaria, Seseli austriacum, Teucrium Chamaedrys, Centaurea Triumfetti All. axillaris* häufig vor. Das bemerkenswerteste Ergebnis aber ist, daß auch hier, etwa im zweiten Drittel des Anstieges, knapp unterhalb des Grates, auf der nördlichen Abdachung desselben, *Polygonum alpinum* nicht allzu sparsam vorkommt. Es steht hier — im lichten Schatten von Kiefer und Fichte — in einem Lichtgenusse von $L = \frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{10}$; die fast horizontal gestellten, sattgrünen Blätter der Pflanze trugen hier ausgesprochen euphotometrischen Charakter. Blüten waren zur Zeit des Besuches (Juni 1927) reichlich entwickelt. Aber auch auf dem Gipfel des Predigtstuhles noch, unter wesentlich anderen Beleuchtungsverhältnissen, in fast freier Exposition bei $L = \frac{1}{1 \cdot 5}$, traf ich eine Gruppe dieser Pflanze an. Hier handelt es sich um eine ausgesprochene Lichtform derselben, deren Blätter weit heller grün und typisch panphotometrisch entwickelt waren, indem ihre Ränder eine ausgesprochene Einrollung nach unten aufwiesen. Damit ist ein zweiter Standort dieser — wie es scheint — im ganzen Gebiete des heutigen Österreich nur in dieser Gegend überhaupt vorkommenden Pflanze sichergestellt, und erweist sich

zugleich die von mir früher (vgl. L I, p. 397) geäußerte Befürchtung, daß die Pflanze nach Abstockung des Waldes wohl bald zugrundegehen müsse — mußte ich sie doch nach ihrem Vorkommen am Kirchkogel für eine mehr weniger ausgesprochene Schattenpflanze halten —, glücklicherweise für nicht begründet. Hayek — und wohl auch andere Botaniker — scheinen den Predigtstuhl niemals selbst bestiegen zu haben, sonst könnte ihnen die Existenz dieser seltenen Art hier unmöglich entgangen sein! An der Nordseite der Serpentin-Gipfelfelsen sowie auf dem sich anschließenden, zum Teil bewaldeten, zum Teil abgeholzten, sanft abfallenden Nordhange (gegen das Zlattental) fehlen sowohl *Asplenium cuneifolium* als *A. adulterinum* durchaus; dafür tritt hier *Asplenium viride* auf, das ich im Anstiege nirgends sah. *Rhododendron ferrugineum,* das am Nordhange des Kirchkogels so charakteristische Bestände bildet und dort — nach Dr. Mell (vgl. L I, p. 394) — bis 750 *m* herabreicht, kommt, soweit ich dies feststellen konnte, am Predigtstuhl weder in dieser noch in einer anderen Höhenlage des Nordhanges vor

XIII. Der Serpentin des Gabraungrabens bei Pernegg.

Dieses kleine Serpentingebiet, aus dessen Flora Hayek (Flora von Steiermark, I, p. 22, beziehungsweise 27) *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* anführt, scheint seither von Botanikern wenig begangen worden zu sein, vielleicht weil es etwas abseits der meistbegangenen Wege liegt und die ungleich reichere Flora der Serpentinberge bei Kirchdorf naturgemäß mehr Anreiz zu einem Besuche bildet. Nichtsdestoweniger verdient gerade diese Lokalität, wie ich im folgenden zeigen werde, ganz besondere Beachtung, und daher soll ihre Lage möglichst genau bezeichnet werden. Man verfolgt zunächst den von Pernegg auf das Rennfeld durch den unteren Gabraungraben führenden markierten Weg so weit, bis man, zirka 20 Minuten vom Grabeneingange entfernt, linkerhand über dem Bache eine Tafel mit der Aufschrift: »Kürzester Weg auf das Rennfeld« gewahrt. Dem Bache entlang, im Graben weitergehend, kommt man bald zu einer Wegteilung. Der Hauptweg führt in der Talsohle weiter, wir aber wenden uns nach rechts, wo zwischen einem Heustadel und der Brandruine eines Bauernhauses (Gehöft Bauer, Kote 527 der Spezialkarte) der Weg vom hochgelegenen Gehöft Fellner in die Grabensohle mündet. Verfolgt man diesen etwa 300 Schritte weit, so wird im Südwesthange eines kleinen, von einem Bächlein durchflossenen Seitengrabens, dicht am Wege, der hier versumpft ist, ein Serpentinaufschluß sichtbar. Der Serpentin zieht sich von hier den ganzen Steilhang bis zur Kammlinie (zirka 600 *m*) hinauf und ist, bei einer mäßigen Breitenerstreckung beiderseits, d. h. im Nordwesten und Südosten, von Gneisen begrenzt, die auch den Nordostabfall aufbauen. Physiognomisch ist dieser Serpentinstock durch einen fast reinen Bestand von *Pinus silvestris* ausgezeichnet. Das Pinetum greift zwar im Nordwesten und Süd-

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

osten auch auf die benachbarten Gneise über, ist aber dort nicht rein ausgeprägt, sondern stark mit anderen Elementen, wie *Larix decidua, Picea excelsa, Fagus silvatica, Quercus Robur, Corylus Avellana,* durchsetzt, während am Nordostabfalle die Fichte allein dominiert. Der Unterwuchs des Pinetums auf dem mageren, felsigen Boden des Serpentinsteilhanges erinnert im allgemeinen stark an die Flora der Serpentine vom rechten Murufer bei Kirchdorf (Kirchkogel, Trafößberg, Predigtstuhl), ohne aber damit völlig übereinzustimmen. *Asplenium adulterinum* sah ich nur im untersten Teile des Hanges auf Felsen. *A. cuneifolium* dagegen wuchert geradezu im ganzen Bereiche des Serpentinhanges, besonders in seinem obersten Drittel, wo der Kiefernwald sich auffällig lichtet. Von anderen Farnen sah ich noch *Asplenium trichomanes, A. Ruta muraria* (selten), *Pteridium aquilinum,* wogegen *Asplenium viride* zu fehlen scheint. Moose fehlen fast gänzlich, dagegen sind von Flechten *Cetraria islandica* und *Cladonia rangiferina* am Boden sehr häufig, und im Herbste treten von Pilzen besonders zahlreich *Cantharellus cibarius* und *Lactarius deliciosus* auf.

Von Blütenpflanzen fallen auf: *Dianthus Carthusianorum, Silene inflata, Sedum acre, Lotus corniculatus, Calluna vulgaris, Vaccinium Vitis Idaea, Teucrium Chamaedrys, Euphrasia stricta, Campanula persicifolia, Carlina vulgaris,* wogegen ich z. B. *Centaurea Triumfetti All. axillaris* oder *Polygonum alpinum* hier nicht zu Gesichte bekam. Selten einmal unterbricht den reinen Kiefernbestand eine Lärche, Rotbuche oder ein Mehlbeerbaum *(Sorbus aria).* Den als mäßig breiten Rücken entwickelten Kamm bedeckt fast ausschließlich ein mehr weniger dicht geschlossenes Callunetum (mit Moosen, Gräsern und Adlerfarnbüschen), in welches *Asplenium cuneifolium* — trotzdem der Kamm noch aus Serpentin besteht — nicht eindringt. Auffallend ist, daß z. B. die im allgemeinen keineswegs als bodenstet zu bezeichnende *Gentiana asclepiadea* (die z. B. in der Umgebung von Graz sowohl auf Kalk als auf Semriacher Schiefer und Belvedereschotterböden vorkommt), zwar im Südosten des Serpentins auf dem Gneise ungemein häufig ist, auf dem angrenzenden Streifen des Serpentins aber nur ganz vereinzelt auftritt, während *Iasione montana,* welche vorzugsweise die Gneise im Nordwesten des Serpentinstocks besiedelt, dem Serpentine durchaus fehlt. Dazu sei bemerkt, daß nach Hayek (Flora von Steiermark, II, p. 470) *Iasione montana* eine Kieselpflanze ist, welche kalkfreie Böden besiedelt. Die Serpentine scheint sie auch sonst zu meiden. So kommt sie nach Nevole (Flora der Serpentinberge in Steiermark, 1926, p. 66) zwar am rechten Murufer bei Kraubath, im Sommer- und Wintergraben, am Anfange des Tales, wo ehemals das Chromwerk stand, auf Urgestein (Schiefer) vor, während er sie von den später folgenden Serpentinen nicht erwähnt, und nach Suza J. (Xerothermni květena pokladu serpentinových na dolnim toku Jihlavky, Brno, 1921, p. 19) tritt sie auch im südmährischen Serpentingebiet — bei Mohelno — nicht auf Serpentin wohl aber

auf den benachbarten Granuliten auf. Bereits bei meiner ersten Begehung des Gebietes im Juni 1927 gewann ich den Eindruck, daß *Asplenium cuneifolium*, speziell im Nordwesten des Serpentinstockes, keineswegs scharf mit den Grenzen dieses Gesteins gegen den Gneis abschneide, vielmehr über den Serpentin hinaus noch ein Stück des Gneises zu besiedeln scheine. Eine abermalige Begehung im September 1927 bestätigte diese Vermutung vollauf und ergab mit einer jeden Zweifel ausschließenden Gewißheit, daß *Asplenium cuneifolium* im Nordwesten des Serpentins, wenn auch nur auf kurze Entfernung von der Kontaktstelle, auf den angrenzenden Gneis übergeht. Um ganz sicher zu gehen, entnahm ich von fünf Stellen des Hanges auch Gesteinsproben, die im folgenden mit Nr. 1 bis 5 bezeichnet sind. Nr. 1 stammt aus dem unteren Drittel des Hanges, gibt sich schon makroskopisch als Serpentin zu erkennen und erweist sich auch bei mikroskopischer Betrachtung als solcher (Antigorit-Serpentin). Nr. 2 (von schmutzig gelber Farbe) stammt aus dem obersten Hangdrittel; das Schliffbild zeigt, wie das Antigoritgewebe hier von Talk durchdrungen ist, der außerdem beträchtliche, limonitisch verschmutzte Nester bildet. Nr. 3 gehört dem Boden und dem an den Serpentin angrenzenden Rande einer seichten Mulde an, die im unteren Teile des Hanges an der Grenze von Gneis und Serpentin, im Nordwesten des letzteren, zutal zieht. Dieses Gestein macht makroskopisch zunächst ganz und gar den Eindruck eines Amphibolites, erweist sich aber unter dem Mikroskop als kataklastischer Orthogneis (Granodiorit). Kollege Dr. Alois Cloß, der die große Güte hatte, von allen fünf Handstücken Dünnschliffe herstellen zu lassen und dieselben mikroskopisch zu untersuchen, gibt folgende Beschreibung des Schliffbildes Nr. 3: »Keine schöne Lagenstruktur, Quarzflasern fehlen. Zunächst denkt man an Grössinggneis, denn die — schon makroskopisch auffallenden — feinen, grauen Streifen werden von kurzen und schmalen, oft ganz verzettelten und in S verschmierten Biotiten gebildet. Muskovit fehlt ganz, hie und da finden sich kleinste, rosa schimmernde Granaten ohne viel Einschlüsse (relativ größere Individuen umschließen Plagioklas) und ohne schöne krystallographische Begrenzung. Dazwischen im Korn ungleichmäßiges, aber nie übermäßig holoblastisch entwickeltes, meist rundes, unverzahntes Quarzfeldspatgemenge, dessen größere Körner, lamelliert und nur hie und da getrübt, sich als Oligoklas (20% Anorthit) erweisen. Mikroklin fehlt. Sonnenförmige Gebilde von zentralem Orthit und umrindendem Epidot sowie reichlich Körner-Epidot sprechen für metamorphes Gestein. Sonst aber, den wesentlichen Komponenten nach, besonders infolge des Verhältnisses von Quarz—Feldspat—Glimmer, haben wir es mit einem Granodiorit (Typus Gleinalpe) zu tun. Für die Ortho-Natur spricht auch der Schwarz-Gelb-Pleochroismus des Biotits. Der Erzgehalt (Magnetit, oft schön krystallographisch begrenzt) ist normal und nicht entscheidend. Die Quarze löschen stark undulös aus, hohe Kataklase, geringe

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Metamorphose.« Nr. 4 stammt von dem an den Gneis angrenzenden Rande obiger Mulde. Das Handstück zeigt bläulichschwarze Farbe und feinkörnige Struktur. »Der Dünnschliff ergibt im allgemeinen Identität mit Nr. 3, doch sind Granat und Glimmer etwas reichlicher vertreten, an einer Stelle auch bereits Muskovit. Der Biotit hat bereits gelb-schokoladebraunen Pleochroismus, was für stärkere Metamorphose spricht. Die ausgiebige Chloritisierung, welche an den Kluftflächen den Biotit, aber auch den skelettierten eiförmig gebildeten Granat ergriffen hat, beweist selektive Diaphthorese. Die Zertrümmerung ist bereits bis zur Mylonitisierung vorgeschritten.« Die Gesteinsproben Nr. 1 bis inklusive 4 stammen durchwegs von Stellen, wo auch *Asplenium cuneifolium* wuchs, und zwar wurden die betreffenden Gesteinsstückchen in jedem Falle direkt in der spärlichen Verwitterungserde, beziehungsweise zwischen den Rhizomteilen des Farnes steckend, vorgefunden und mit demselben ausgegraben. Die von Standort Nr. 3 und 4, d. h. von Orthogneis-Unterlage, stammenden Exemplare des *Asplenium cuneifolum* unterschieden sich dabei morphologisch in keinerlei Weise von denjenigen des Serpentins. Seine Stöcke zeigen auch auf dem Orthogneis dieselbe üppige Entfaltung und reichliche Sporenbildung wie auf dem Serpentin. Jenseits der erwähnten Mulde beginnt dann ein mächtiger Gneisstock, genauer gesagt, ein als injizierter Paragneis, beziehungsweise Schiefergneis (Gesteinsprobe Nr. 5) zu bezeichnendes Gestein, auf dem *Asplenium cuneifolium* aber durchaus fehlt. Ob der Farn in horizontaler Richtung überall die ganze Breite der (an und für sich schmalen) Zone von Orthogneis, welche sich zwischen den Serpentin und den injizierten Paragneis (Schiefergneis) einschiebt, besiedelt, oder aber vor allem an der unmittelbar an den Serpentin zugewandten Seite des Orthogneises auftritt, ließ sich mit völliger Sicherheit nicht feststellen. Jedenfalls findet z. B. auch der Übertritt des Farnes vom Serpentin auf den Orthogneis nicht im ganzen Verlaufe der Kontaktlinie beider Gesteine, sondern nur an vereinzelten Stellen derselben statt. Nach der ganzen Sachlage erweist sich in diesem Falle unzweifelhaft der Serpentin als das für *Asplenium cuneifolium* optimale Substrat, der Orthogneis als ein wohl ebenfalls, aber doch weniger geeignetes, der injizierte Paragneis (Schiefergneis) als ein für den Farn durchwegs ungeeignetes Substrat, obwohl, oder besser gesagt, gerade weil die Bodenqualität, beziehungsweise Nährkräftigkeit des Substrates in der Richtung vom Serpentin über den Orthogneis zum injizierten Paragneis (Schiefergneis) ersichtlich zunimmt, was naturgemäß eine erhöhte Konkurrenz von seiten anspruchsvollerer Arten zur Folge hat.

Begreiflicherweise liegt gerade hier — speziell für den auf dem Boden der chemischen Theorie Stehenden — die Versuchung sehr nahe, anzunehmen, daß die Fähigkeit des Orthogneises, *Asplenium cuneifolium* zu tragen, auf eine mehr weniger weitgehende Beeinflussung seines chemischen Bestandes im Sinne einer Angleichung an den Serpentin durch den Kontakt mit

letzterem zurückzuführen sei. Von einer solchen, etwa im Sinne einer Magnesiazufuhr an den Orthogneis, kann aber nach Dr. Cloß nicht die Rede sein. Allerdings könnte dies einwandfrei nur die chemische Analyse des Gesteins, beziehungsweise seiner Verwitterungserde dartun, aber schon die mikroskopische, beziehungsweise optische Untersuchung der Gesteinsproben Nr. 3 und 4 spricht gegen obige Annahme, und speziell aus Nr. 4 ist das Vorhandensein eines rein mechanischen Kontaktes zwischen Serpentin und Gneis mit Sicherheit zu erschließen. Auch der mögliche Einwand, daß den in der Kontaktzone des Orthogneises wachsenden Exemplaren von *Asplenium cuneifolium* vielleicht vom Serpentin her in tieferen Schichten doch eine magnesiareichere Nährsalzlösung zugeführt werde, ist wohl kaum stichhältig. Denn einerseits wurzelt der Farn hier überall sehr seicht und anderseits müßte er unter obiger Voraussetzung gerade in der Kontaktzone der den Serpentin begleitenden Gesteine an den verschiedensten Orten mit einer gewissen Regelmäßigkeit anzutreffen sein, was durchaus nicht der Fall ist. Immerhin ist das Vorkommen des *Asplenium cuneifolium* hier auf dem Serpentin und Orthogneis wie sein Fehlen auf dem Paragneise in erster Linie als ein edaphisch (durch die physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften) bedingtes aufzufassen, da ja die klimatischen Verhältnisse offenbar am ganzen Südwesthange mehr oder weniger die gleichen sind. Jedenfalls haben wir hier in besonders schöner Weise den Fall (der, wie ich glaube, bei eingehenderem Studium sich bald als die Regel herausstellen wird!) realisiert, daß das Lokalareal von *Asplenium cuneifolium* sich nicht mit dem vom Serpentin eingenommenen Areale deckt, vielmehr einerseits über dasselbe hinausgreift (Orthogneis!), anderseits hinter demselben zurückbleibt (Callunetum am Kamme!).[1]

XIV. Bemerkungen zur Standorts-Topographie des Asplenium cuneifolium (Typen seines Vorkommens).

Selbst wenn man sehr rigoros vorgeht und das anderweitig nicht beglaubigte Vorkommen von *Asplenium cuneifolium* — nach Döll — auf Granit bei Heidelberg (vgl. L II, 1927) ausscheidet, bleibt noch immer als unbestreitbare Tatsache das einwandfrei festgestellte Vorkommen dieser Art — außer auf Serpentin — auf Dunit, Magnesit, Granulit und Orthogneis übrig, wohl ein zwingender Beweis dafür, daß von einer strengen Serpentinstetigkeit dieser Pflanze keine Rede sein kann. Anderseits scheint es mir aber auch nicht ein reiner Zufall zu sein, daß gerade obige Gesteinsarten gelegentlich auch als Träger des *A. cuneifolium* in Betracht kommen, denn es ist eine nicht zu verkennende Tatsache, daß gerade diese Gesteine sehr häufig als Begleiter der Serpentine auftreten. So tritt Dunit (ein wesentlich aus Olivin mit kleinen Mengen von Chromit bestehender Peridotit) nach Rosenbusch

[1] Die Niederschlagsmenge am Standorte ist die gleiche wie im Serpentingebiete bei Kirchdorf, 800 bis 1000 *mm* (vgl. L I, 396).

© Verlag Akademie der Wissenschaften; download unter www.biologiezentrum.at

(l. c., p. 174) häufig im geologischen Zusammenhange mit Olivingabbro und Serpentin auf; man vergleiche auch damit den äußerst schwach serpentinisierten Dunit vom rechten Murufer bei Kraubath nach Redlich (l. c., p. 302)! Über den Magnesit sagt Redlich (l. c., p. 301—303): In jedem Serpentin und dessen Muttergestein (Peridotit oder magnesiareicher Gabbro) setzt sich $MgCO_3$ in Form von Gängen ab. So ist der »Giobertit«, der kolloidale Magnesit, ein typisches Gel (zum Unterschiede von den krystallinen Magnesiten), in der Gulsen bei Kraubath in Gängen des Serpentins sehr verbreitet und auch anderwärts vor allem an dieses Gestein gebunden. Magnesit als Begleiter des Serpentins ist auch in den Tauern ziemlich häufig und außerdem von Jordansmühle in Schlesien bekannt (Redlich, l. c., p. 304 und 305). Es ist nun allerdings merkwürdig, daß man bisher *Asplenium cuneifolium* (ebenso wie *A. adulterinum*) nicht auf solchem Magnesit gefunden hat, der mit Serpentin in Kontakt steht, als vielmehr, wie im Falle Veitsch, beziehungsweise Oberdorf in Steiermark, auf Magnesit, in dessen Umgebung weit und breit nirgends Serpentin vorkommt.

Wie aber die Beobachtungen Nevole's betreffend das Vorkommen *Sempervivum* Pittonii, *S. hirtum, S. Hillebrandtii* bei Kraubath auf Magnesit zeigen, kommen doch auch auf solchem Magnesit, der dem Serpentin direkt benachbart, beziehungsweise mit ihm vergesellschaftet ist, gelegentlich »Serpentinpflanzen« vor, und ich zweifle keinen Augenblick, daß eine eingehendere Durchforschung speziell des Kraubather Serpentingebietes, welche ich mir für die nächste Zeit vorbehalte, auch das Vorkommen von *Asplenium cuneifolium,* beziehungsweise *A. adulterinum* auf dem dortigen Magnesit ergeben wird. Auch Granulit tritt als Begleiter des Serpentins ungemein häufig auf. So führt Rosenbusch (l. c., p. 544) aus: Der Serpentin von Marienbad und Krems in Böhmen liegt im Granulit, ebenso jener von Sachsen und in Niederösterreich (Kamptal, Karlstätten), letztere beide in Granulit- und Glimmerschiefer. Neilreich (Flora von Niederösterreich, I, 1859, L) sagt: Ein Zug von Serpentin bildet zwischen Gansbach und Melk auf einer Strecke von mehr als 7 Stunden über Langegg und Gurhof die Grenze des Weißsteins (Granulit) gegen den Gneis und Hornblendeschiefer. Nach Ebner (Analyse der Asche von *Asplenium Serpentini,* Z. b. G., 1861, p. 376), beziehungsweise Kerner (Über eine neue Weide nebst botanischen Bemerkungen. Z. b. V., Bd. II, 1852, p. 62 und 63) ist das geognostische Substrat des Gurhofgrabens Serpentin, der sich zwischen Gneis, Weißstein und Amphibolschiefer in einem Halbkreise hinzieht. Suess (Bau und Bild der böhmischen Masse, I, 1903, p. 57 und 58) führt aus: »Eine vielbemerkte und noch nicht befriedigend erklärte Eigentümlichkeit ist die häufige Vergesellschaftung von Serpentin und Granulit. Diese in chemischer Hinsicht völlig gegensätzlichen Felsarten scheinen einander förmlich anzuziehen. Auf dem Wege von Adolfstal (Böhmen) den Berlaubach aufwärts zum Dorfe Krems trifft man wiederholt Wechsel-

lagerungen von Serpentin und Granulit, und an mehreren Punkten kann man das scharfe Aufeinanderstoßen beider Gesteine, welche gegen die Grenze zu keinerlei Änderungen zeigen, sehr gut beobachten. Hochstetter (Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde, G. R. A., 1854, H. 1, p. 31 und 32) bemerkt, daß der Serpentin zwischen Adolfstal und Krems fächerförmig zwischen Granulit eingekeilt ist (vgl. auch Fig. 8 auf p. 31. Krems steht auf Serpentin, — Adolfstal auf Granulit).

Nach Luerssen (in Rabenhorst, Kryptogamenflora, III, p. 278) kommt *Asplenium cuneifolium* bei Krems über dem Bache gegen Adolfstal auf Serpentin und bei Adolfstal auf Granulit — also auf dem Nachbargestein — vor. Sueß erwähnt, l. c., p. 58, noch, daß auch beim Dorfe Mohelno in Mähren in den mächtigen Serpentinmassen, welche die Iglawa dort durchrissen hat, weiße, bankförmige Einlagerungen von Granulit anstehen. Nun ist Granulit im allgemeinen als zu den Gneisgesteinen gehörig zu bezeichnen (Rosenbusch, l. c., p. 504), und gewisse Gneise leiten in ihren Analysen direkt zu den Granuliten über, so z. B. die Analysen Nr. 7 (glimmerarmer Gneis) und Nr. 8 (Granulitgneis) in Rosenbusch, l. c., p. 485 und 486. Das Mittel beider Gneisanalysen ergibt in Prozenten: $SiO_2 = 75 \cdot 95$, $CaO = 0 \cdot 52$, $MgO = 0 \cdot 22$, $K_2O = 6 \cdot 29$, wogegen das Mittel aus den Granulitanalysen Nr. 1, 2, 3, 4, 7 (Rosenbusch, p. 506) die wenig davon abweichenden Werte: $SiO_2 = 74 \cdot 82\%$, $CaO = 1\ 12\%$, $MgO = 0 \cdot 37\%$, $K_2O = 5 \cdot 27\%$ liefert. Wenn nun, obwohl der Granulit ein nichts weniger als Magnesia-reiches Gestein ist, trotzdem *Asplenium cuneifolium* auch auf ihm — und zwar gleich gut wie auf Serpentin — gedeiht, so muß man wohl dies auf eine mehr oder weniger weitgehende Übereinstimmung der physikalischen Eigenschaften beider Bodenarten zurückführen. Leider ist über die physikalischen Eigenschaften des Granulits derzeit recht wenig bekannt. Doch scheint man z. B. im allgemeinen die Granulitböden gleich den Gneisböden als eugeogene, kalte Böden aufzufassen. So führt Suza (l. c., p. 33) an, daß zwar zwischen der Flora des Serpentinbodens bei Mohelno und Hrubsič und jener des benachbarten Granulits ein deutlicher Kontrast bestehe, indem auf dem Serpentin auch reine Kalkpflanzen auftreten, typisch hercynische Elemente aber, wie sie auf Granulit vorkommen, fehlen, anderseits aber unter Umständen auch auf hellem Granulit und Gneis, also auf einer Unterlage, die im allgemeinen als eine kalte gilt, an geschützten Stellen xerotherme Elemente vorkommen, ja selbst Genossenschaften derselben auftreten, die allerdings auf Serpentin eine weit größere Verbreitung finden. So führt er z. B. p. 4 bei Templstein, auf nach Süden geneigten, dem Serpentin benachbarten Granulit- und Gneisböden an: *Dictamnus albus, Daphne cneorum, Rosa gallica, Melica nebrodensis, Arabis pauciflora, Gagea bohemica.* Im unteren Iglawatale wachsen (l. c., p. 30) auf hellem Granulit und Gneis: *Stipa capillata, Anthericum ramosum, Veronica spicata, Aster linosyris, Geranium sanguineum, Aster*

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wienl; download unter www.biologiezentrum.at

Amellus, Carex humilis, Prunus Mahaleb, Cornus mas, Allium montanum, Alyssum saxatile, Linaria genistaefolia, Genista pilosa, Teucrium chamaedrys, und p. 33 nennt er von dort *Potentilla arenaria, Allium flavum, Andropogon Ischaemum, Melica transsilvanica*!

Übrigens hat schon viel früher Drude O. (Über die Standortsverhältnisse von *Carex humilis* Leyss. bei Dresden, — ein Beitrag zur Frage der Bodenstetigkeit, Ber. d. Deutschen Bot. Ges., 1887, p. 286—292) festgestellt, daß *Carex humilis*, — eine kalkstete, nach Thurmann xerophile Pflanze, mit *Cytisus nigricans* (Kalkpflanze) und zahlreichen kieselholden, beziehungsweise kieselsteten Arten, wie *Iasione montana, Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus* auf Granulit bei Dresden an zwei Stellen vorkommt. Bei Standort Nr. 1 handelt es sich um humusreichen Sand über Granulit (»eugeogen perpsammitischer Boden«); der Sand enthält nach Hempel 62 8% SiO_2 und 1·85% CaO (Drude, l. c. 288), ist also — mit 2 bis 3% $CaCO_3$ — gerade noch als ein »Kalkboden« zu bezeichnen. Auch Standort Nr. 2 betrifft Granulit, aber mehr als Fels — mit wenig Erde — entwickelt (»dysgeogen pelopsammitischer« Boden). Gneis ist ebenfalls ein sehr häufiger Begleiter des Serpentins. So berichtet Vogt (Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde, II. Bd., Braunschweig, 1871, p. 344), daß im Tale des Aveyronflusses, Departement des Tarn, in der Nähe von St. Martin, die Serpentinhänge beiderseits von Gneis flankiert sind (vgl. dazu auch Fig. 932 [Profil]), und Rosenbusch (l. c., p. 544) sagt: Gneis begleitet den Serpentin in Schlesien (Jordansmühl, Frankenberg, Grochauer Berge, Eulengebirge), ebenso im Fichtelgebirge. Nach Redlich (Typen der Magnesitlagerstätten, p. 301 und 302) liegt der Serpentin von Kraubath in einem Paragneise, der mit Hornblendeschiefern wechsellagert, und bei Kirchdorf sowie im Gabraungraben sind es wieder, wie wir sahen, Gneise, die den Serpentin begleiten. Aus zehn Gneisanalysen in Rosenbusch (l. c., p. 485, Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 11; p. 487, Nr. 1, 4; p. 488, Nr. 1) ergeben sich, wie schon früher erwähnt, die Mittel: $SiO_2 = 66·77\%$, $CaO = 1·67\%$, $MgO = 1\ 80\%$, $K_2O = 3·76\%$.

Außer den bisher aufgezählten Gesteinen gibt es natürlich noch zahlreiche andere, die gelegentlich als Begleiter des Serpentins auftreten. Eines derselben soll im folgenden noch nachdrücklich gewürdigt werden, da damit auch zugleich eine wichtige Richtigstellung verbunden ist: Bei Ebner (Analyse der Asche von *Asplenium Serpentini*, Z. b. G., 1861, p. 376) heißt es: »Heufler sagt über das Vorkommen desselben (id est *Asplenium Serpentini*!): »Alle Örtlichkeiten, wo die Abart *Serpentini* gefunden wurde, haben Serpentin oder ausnahmsweise (in Schlesien) auch Graustein zur Unterlage. Der Hoppe'sche Standort in umbrosis Tergesti gibt zwar die Felsart nicht an, allein es kann hier nicht verschwiegen werden, daß bei Triest zwar Sandstein, aber weder Graustein noch Serpentin bekannt ist«. Ebner bringt dieses Zitat

aus Heufler zwar unter der Angabe des Werkes (Heufler, Asplenii Species Europaeae, Untersuchung über die Milzfarne Europas, Z. b. G., 1856), — aber ohne Angabe der Seitenzahl! So kam es, daß es mir — im Vertrauen auf die Zuverlässigkeit obiger Stelle — zunächst entging, daß hier, bei Ebner, augenscheinlich zweimal derselbe Druckfehler vorliegt. Da mir aus der Literatur ferner bekannt war, daß *Asplenium cuneifolium (= A. Serpentini)* außer von Serpentin ausnahmsweise auch von Granulit (= Weißstein) angegeben wird, war ich geneigt, anzunehmen, Ebner, beziehungsweise Heufler meine mit der Bezeichnung Graustein gleichfalls den Granulit — und kritisierte die anschließende Bemerkung Ebners (l. c., p. 378), daß auch der Graustein bedeutende Mengen von Bittererdesilikaten enthalte, dahin, daß auf Grund der von mir eingesehenen Granulitanalysen dies keineswegs immer zutreffe (vgl. L II, p. 32). Wie ich aber nunmehr aus der Durchsicht der Heufler'schen Originalarbeit feststellen kann, spricht Heufler dort (l. c., p. 320 und 324, woher die oben von Ebner zitierten Sätze stammen) beidemale von »Grünstein« und nicht von »Graustein«. Was ist nun dieser »Grünstein«? Grünstein ist eine in der älteren Geologie gebrauchte Bezeichnung, die für mehrere, recht verschiedenartige Gesteine verwendet wurde, wie für Diorit, Diabas, Gabbro. So sagt Rosenbusch (Elemente der Gesteinslehre, 1901, p. 137, in einer Anmerkung): Amphibol-Grünstein = Diorit, Augit-Grünstein = Diabas. Vogt (Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde, II. Bd., 1871, p. 347) führt aus: »Man begreift unter dem Namen Grünstein Gesteine wie Diorit, Diabas, Hyperit, Monzonit«, und in seiner Geologie 1871, I, p. 169 u. 170, heißt es: der Name Gabbro fällt zum Teil ebenfalls unter den Namen Grünstein. Welches Gestein meint nun Heufler in Schlesien mit dem Grünstein? Da in der von mir durchgesehenen Literatur Diorit und Diabas nirgends als in Schlesien vorkommend angeführt werden, kommt wohl nur der Gabbro in Betracht. In der Tat tritt dieser, auch Euphotid oder Zobtenfels genannt, z. B. bei Volpersdorf und Neurode in Schlesien auf (Rosenbusch, l. c., p. 160). Auch Milde J. (Die Gefäßkryptogamen in Schlesien, Verh. d. Kais. Leopold.-Carol.-Ak. d. Naturforscher, Vol. XXVI, P. II, 1859[?]) führt Gabbro mehrfach als Substrat von Pflanzen, so p. 215 und 235, an, bemerkt aber an letzterer Stelle allerdings, daß *Asplenium Serpentini* auf Gabbro und Granit, woraus der Zobten selbst bestehe, ganz fehlt. Es kann also wohl als zweifellos gelten, daß — da Granulit aus Schlesien gleichfalls in der Literatur nicht genannt wird — auch Ebner mit dem Ausdruck Graustein (recte Grünstein!) den Gabbro gemeint hat, der in der Tat nicht unbeträchtliche Mengen von Magnesia enthält. Ich sah elf Gabbroanalysen durch (Rosenbusch, l. c., p. 155, Nr. 1, 2, 4, 5, 6, 9, und p. 167, Nr. 1 bis inklusive 5), welche folgende Mittelwerte ergeben: $MgO = 7 \cdot 95\%$, $CaO = 12 \cdot 72\%$, $K_2O = 0 \cdot 41\%$, $SiO_2 = 47 \cdot 99\%$. Der Gabbro enthält also weit mehr MgO als der

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Granulit, dabei weniger K_2O als dieser, so daß derjenige z. B., der auf dem Boden der chemischen Theorie steht, Serpentinpflanzen weit eher auf Gabbro als auf Granulit erwarten dürfte! Nun besteht zwischen den Angaben Heufler's, beziehungsweise Milde's hinsichtlich des Vorkommens von *Asplenium Serpentini* auf Gabbro allerdings ein offener Widerspruch, und das Vorkommen des Farnes auf letzterem Gestein wird auch in der späteren Literatur nirgends mehr erwähnt, beziehungsweise bestätigt. Ich halte es gleichwohl aus Gründen, auf die ich erst später eingehender zu sprechen kommen werde, nicht für ausgeschlossen, daß beide Angaben — die von Heufler aus dem Jahre 1856 und jene von Milde von 1859 — richtig sein können. Hier sei dazu vorläufig nur bemerkt, daß es gar nicht so selten vorkommt, daß ein Botaniker eine Pflanze an einem Standorte beobachtet, an welchem sie später von anderen entweder gar nicht mehr oder erst nach vielen Jahren wieder gefunden wird!

Da zudem der Gabbro zu jenen Gesteinen gehört, die den Serpentin häufig begleiten [so am Zobten, im Eozän der beiden Rivieren (Rosenbusch, l. c. p. 160)] und oft aufs innigste vergesellschaftet mit Serpentin oder Wehrlit [so bei Volpersdorf in Schlesien (Rosenbusch, l. c., p. 172) und am Monte Prato in Toscana (Rosenbusch, l. c., p. 160, 172, und Senft, Synopsis der Mineralogie und Geognosie, 1876, II., p. 562)] auftritt, dürfte die Wahrscheinlichkeit, *Asplenium cuneifolium*, woferne es an den genannten Lokalitäten auf Serpentin überhaupt vorkommt, dort auch auf Gabbro aufzufinden, ziemlich groß sein. Doppelt interessant ist in diesem Zusammenhange nachfolgende Tatsache. Woloszczak (Nachtrag zur Flora des südöstlichen Schiefergebietes Niederösterreichs, Z. b. G., 1873, p. 540) gibt an, daß er in der Aspanger Klause *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* auf Schiefer verpflanzte und beide auf diesem Gestein gut gediehen und — wenigstens für *A. adulterinum* wird dies ausdrücklich angeführt — sich nicht änderten. Angel (Gesteine der Steiermark, p. 177) beschreibt nun aus der Aspangklause einen massigen Grünschiefer, »mehr zu Gabbro neigend ($SiO_2 = 45 \cdot 93\%$, $MgO = 7 \cdot 9\%$, $CaO = 8 \cdot 10\%$, $K_2O = 0 \cdot 39\%$, $FeO = 8 \cdot 30\%$)«, der höchstwahrscheinlich mit obigem Schiefer Woloszczak's identisch ist.

Überblickt man die topographischen Verhältnisse des Vorkommens von *Asplenium cuneifolium*, so ergeben sich nachfolgende lokale Typen:

I. *Asplenium cuneifolium* kommt nur auf dem Serpentin vor, ohne auf das Nachbargestein überzutreten. Dieser Typus scheint zwar nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse weitaus der häufigste zu sein (z. B. Bernstein, Gurhofgraben, Mohelno, Lärchkogel, Kirchkogel usw.), doch glaube ich, daß eingehendere Untersuchungen der »Kontaktzone« in manchen dieser Fälle überraschende Ergebnisse zeitigen würden.

II. *Asplenium cuneifolium* findet sich auf dem Serpentin und dem unmittelbar angrenzenden Gestein, z. B. im Gebiete von Krems—Adolfstal auf Serpentin und Granulit oder im Gabraungraben auf Serpentin und Gneis, beziehungsweise in der von Orthogneis gebildeten mechanischen Kontaktzone beider Gesteine.

III. *Asplenium cuneifolium* tritt fernab von Serpentin, völlig isoliert von demselben, auf einem Gestein, z. B. Magnesit, auf. So z. B. am Sattlerkogel der Veitsch (analog *A. adulterinum* bei Oberdorf).

Was den Typus II anlangt, so könnte man sich nun allerdings zunächst vorstellen, daß es sich hier um ein beschränktes, lokales Übergreifen des Farnes vom optimalen Substrat auf ein weniger geeignetes im Sinne einer zeitweilig stärker in Erscheinung tretenden Ausbreitungstendenz der Art handelt, welche vielleicht durch gelegentliche besonders reiche Sporenbildung, geeignete Windrichtung, geringe Niederschlagsmenge, andauernde Erwärmung des Bodens im ganzen Gebiete begünstigt wird. Immerhin würde es sich aber dabei um eine erst ontogenetisch in Erscheinung tretende Fähigkeit, um eine direkte Neuanpassung an das andere Substrat handeln. Daß eine solche möglich ist, soll nicht geleugnet werden. Es kann aber nicht verschwiegen werden, daß von einer — auch nur lokalen — Ausbreitungstendenz des *Asplenium cuneifolium* im allgemeinen recht wenig zu bemerken ist, im Gegenteile, das Areal dieses Farnes auf Serpentin, solange dieser dysgeogenen Charakter trägt, einen recht geschlossenen, scharf abgegrenzten Eindruck erweckt und sich mit zunehmender Mächtigkeit der Humusauflage eher verringert. Der Typus III endlich, daß *A. cuneifolium*, völlig abseits von Serpentin, auf Magnesit auftritt, kann auf obige Art überhaupt nicht erklärt werden. Man muß vielmehr hier wohl annehmen, wie ich es schon früher (L. II, p. 67) ausgeführt habe, daß es sich in diesem Falle um ein ausgesprochenes Relikt aus einer früheren Zeit handelt, aus einer Zeit, in der *A. cuneifolium* noch die Fähigkeit besaß, außer Serpentin auch andere Gesteinsarten zu besiedeln. Unter besonders günstigen lokalen Verhältnissen vermag sich der Farn auch heute noch auf solchen Gesteinen zu halten, in anderen Fällen ist er, so vielleicht auf Gabbro, inzwischen schon ausgestorben. Beim Typus II handelt es sich nach dieser Auffassung nicht um eine Neuanpassung, sondern lediglich um die Wiederaktivierung einer phylogenetisch erworbenen Fähigkeit, die, unter besonders günstigen Umständen, aus ihrer Latenz wieder heraustritt. So bietet diese letztere Theorie den Vorteil der einheitlichen Erklärung aller Arten des Vorkommens von *Asplenium cuneifolium*. Die Annahme, daß Magnesit, Granulit, Gneis vielleicht gewissermaßen die Rolle eines Zwischensubstrates, einer Etappe bei der Anpassung des *Asplenium cuneifolium* an das Serpentinsubstrat, spielen, ist entschieden von

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der Hand zu weisen. Speziell beim Magnesit wäre — vom rein chemischen Standpunkte aus — dem entgegenzuhalten, daß der Gehalt an MgO im Magnesit ja größer als im Serpentin ist und überdies das Magnesiumcarbonat des Magnesites entschieden weitaus leichter löslich ist als das Magnesiumsilikat des Serpentins! Überdies tragen sowohl die auf Magnesit als auch auf Granulit und Gneis wachsenden Exemplare des *Asplenium cuneifolium* durchaus nicht den Charakter von Zwischenstufen oder Bindegliedern gegenüber jenen auf Serpentin, sondern sind ebenso vollkommen »serpentinisiert« wie letztere und von ihnen in keinerlei Weise zu unterscheiden.

XV. Das Zusammenvorkommen von Asplenium cuneifolium mit Pinus-Arten und seine Gründe.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen über die Flora der Serpentin- und Magnesitböden fiel es mir auf, daß — an den von mir aufgesuchten Lokalitäten — das Vorkommen, beziehungsweise Fehlen von *Asplenium cuneifolium*, (beziehungsweise *A. adulterinum*) stets auch mit dem Auftreten, beziehungsweise Fehlen einer *Pinus*-Art — in der Regel *Pinus silvestris* — einhergeht. Eine Tatsache, die mir interessant genug erschien, um sie im Auge zu behalten und auf ihre eventuell allgemeine Geltung zu überprüfen. Bei Kraubath, Kirchdorf (Kirchkogel, Trafößberg, Predigtstuhl), im Gabraungraben, bei Bernstein kommt — nach eigenen Beobachtungen — überall *Asplenium cuneifolium* (und *A. adulterinum*) auf Serpentin im Anschlusse an *Pinus silvestris*, beziehungsweise in den lichten Beständen derselben vor. Das gleiche gilt, wie mir Dr. Janchen-Wien auf eine Anfrage mitteilte, nach der Aussage Dr. Hayek's auch für den Serpentin des Gurhofgrabens, und Dr. Suza (Brno) schreibt mir, daß diese Relation auch für den Serpentin von Mohelno in Südmähren zutreffe. Umgekehrt fehlt sowohl *Asplenium cuneifolium* (und *adulterinum*) als auch *Pinus silvestris* auf dem Serpentin der Klamm des Petalgrabens bei St. Lorenzen bei Trieben sowie in der Elsenau bei Friedberg.[1] In Nordbosnien schließt sich das Vorkommen von *Asplenium cuneifolium* (vgl. Beck, Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, 1901, p. 225 und 226) auf Serpentin an die Formation der Schwarzföhre *(Pinus nigra)* an, desgleichen in Serbien nach Pančič (Die Flora der Serpentinberge in Mittelserbien, Z. b. G. Wien, 1859, p. 140).

In höheren Lagen — oberhalb der Waldgrenze — trifft man *Asplenium cuneifolium* im Anschlusse an die Legföhre *(Pinus montana)* (vgl. Braun-Blanquet, Schedae ad floram Rhaeticam exsiccatam, 1. Lief., Nr. 1—100, Chur, 1918, p. 7), so bei Davos 1750 *m*; ich fand ihn in der Krummholzregion des Lärchkogels bei Trieben, 1620 *m* (L. I, p. 373—375). Dagegen fehlt er wiederum auf den Serpentinbergen um Skodra (Skutari, Albanien), z. B. auf dem

[1] Vgl. L. I, 383, 384, 388, 389!

Bardanjolt, wo, nach Janchen (Vorarbeiten zu einer Flora der Umgebung von Skodra in Nordalbanien, Ö. b. Z., 1920, p. 134), zwar *Asplenium adiantum nigrum* und *Notholaena Marantae* vorkommen, aber — nach brieflicher Mitteilung Janchens — keinerlei *Pinus*-Arten wachsen. Im und in der Umgebung des Serpentinbruches von Hirt bei Friesach sah ich weder *Asplenium cuneifolium* noch *Pinus silvestris*. Am Hochgrößen bei Oppenberg, wo auf Serpentin *Pinus montana* vorkommt, fand ich zwar *Asplenium cuneifolium* nicht, doch möchte ich dieses negative Ergebnis — in Anbetracht der großen Ausdehnung des dortigen Serpentingebietes und der nur einmaligen Begehung — noch nicht als ein endgültiges bezeichnen. Im übrigen scheint auch das alpine Klima im allgemeinen *Asplenium cuneifolium* wenig zuzusagen. Interessanterweise scheinen auch für Magnesitböden ähnliche Relationen zu gelten. So fand ich *Asplenium cuneifolium* in lichten Beständen von *Pinus silvestris* auf dem Magnesit des Sattlerkogels (Veitsch), wogegen dieser Farn ebenso wie *Pinus silvestris* auf dem Magnesit von Vorwald bei Wald, desgleichen auf jenem von St. Ehrhard in der Breitenau fehlt. Dagegen kommen z. B. wieder *Asplenium adulterinum* und *Pinus silvestris* auf dem Magnesite von Oberdorf bei Tragöß vor.

Wenn also Hayek (Pflanzengeographie von Steiermark, 1923, p. 45) sagt, daß in Steiermark *Pinus silvestris* der charakteristische Waldbaum des Serpentinbodens sei, so ist dies im allgemeinen allerdings richtig, bedarf aber insofern einer Einschränkung, als es in Steiermark (und anderwärts) Serpentine gibt, die sowohl der Kiefer als des *Asplenium cuneifolium* (und *A. adulterinum*) entbehren. Besteht nun zwischen dem Vorkommen von *Asplenium cuneifolium* und *Pinus silvestris*, beziehungsweise einer anderen Kiefernart irgendein innerer, kausaler Zusammenhang? Die Gründe, warum gerade *Pinus silvestris* so häufig auf Serpentin angetroffen wird, sind folgende: Unbestritten ist *Pinus silvestris* unter allen Nadelhölzern und Laubhölzern (vielleicht die Birke ausgenommen) ihres Wohngebietes diejenige Art, welche die geringsten Ansprüche an den Nährstoffgehalt des Bodens stellt. Ramann (Bodenkunde, 2. Aufl., 1905, p. 418) sagt diesbezüglich von ihr, daß sie unter den wechselndsten Bedingungen zu gedeihen vermag und in den kühleren, gemäßigten Gebieten überall dort eintrete, wo ungünstige Bedingungen das Gedeihen anderer Arten vermindern. In Schedae ad floram Rhaeticam exsiccatam, 10. Lief., 1927, p. 269, heißt es: »*Pinus silvestris* ist in der Schweiz das Pionierholz schlechter Böden in trockenen Lagen, bildet dort keine klimatisch bedingte Schlußgesellschaft, sondern eine edaphische Übergangsgesellschaft, die bei Reliefausgleich und Bodenreife der Fichte oder Lärche weicht.« In Steiermark tritt *Pinus silvestris* außer auf Serpentin bestandesbildend nach Hayek (Pflanzengeographie der Steiermark, p. 45) auch auf alten Kalkschutthalden (ebenfalls ein trockener, magerer Standort), dort mit *Pinus montana* vergesellschaftet, sowie

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auf Dolomit (in den nördlichen Kalkalpen, vgl. Hayek, l. c., p. 29, 44, 107), ferner auf den trockenen Abhängen (meist Kalk) des Murtales zwischen Bruck und Graz, endlich als Gemengteil des Fichtenwaldes auf den gleichfalls wenig nährkräftigen tertiären Schotter- und Lehmböden Mittelsteiermarks (so z. B. auf dem Belvedereschotter des Rosenberges bei Graz u. a. O.) auf. Nicht der für den Serpentin bezeichnende hohe Gehalt an MgO ist es also, der die Kiefer anzieht, sondern von den chemischen Eigenschaften dieses Bodens lediglich seine allgemeine Nährstoffarmut, von seinen physikalischen Eigenschaften seine Trockenheit und Wärme, wozu noch vielfach als begünstigendes Moment eine südliche Abdachung und ein durch Niederschlagsarmut ausgezeichnetes Lokalklima treten. *Pinus silvestris* hat einen gleichmäßig geringen Bedarf an allen Nährstoffen, ihr Holz enthält z. B. nach Graebner (Die Pflanzenwelt Deutschlands, Leipzig, 1909, p. 174 und 175) weit weniger K_2O, CaO, MgO als Eiche oder Buche, wogegen z. B. die Lärche nach Linstow (vgl. auch L. II, 37) sich als ausgesprochener »Magnesiabaum«, die Fichte als »Kalkbaum« qualifiziert. *Pinus silvestris* ist auch für den wasserarmen, trockenen Serpentinboden deswegen besonders geeignet, weil die Längenentfaltung ihres Wurzelsystems jene von Fichte und Tanne weitaus übertrifft. (Nach Neger, Biologie der Pflanzen, 1913, p. 314, ist das entsprechende Verhältnis von Kiefer Fichte Tanne gleich 10 : 2 1.) So trägt *Pinus silvestris* bei ihren kaum zu unterbietenden Ansprüchen über ihre Mitbewerber im Oberholze auf Serpentin fast restlos den Sieg davon und bildet dort nicht selten ausgedehnte, reine Bestände. Man könnte die Kiefer im Hinblicke auf ihr Verhalten auf Serpentinboden geradezu als Lückenbüßer, als einen ausgesprochenen Magerkeits-, Wärme- und Trockenzeiger des Bodens bezeichnen, als die weitaus bezeichnendste Holzpflanze des dysgeogenen Serpentinbodens unserer Gegenden. Aber nicht nur dem Oberholze, auch dem Unterwuchse der Kiefer auf Serpentin ist obiger Stempel der Genügsamkeit durchaus aufgedrückt. Ich erinnere an *Calluna vulgaris*, für deren Auftreten eine besondere Nährstoffarmut des Bodens geradezu eine Bedingung ist, an *Deschampsia flexuosa*, die nach Schroeter (Das Pflanzenleben der Alpen, 1924, II. Lief., p. 344 und 345) mineralkräftige Böden durchaus scheut, an *Nardus stricta, Cetraria islandica, Cladonia rangiferina, Leucobryum glaucum, Vaccinium Myrtillus, V Vitis Idaea, Euphrasia stricta*, in der Hochlage auch *Azalea procumbens* u. a., durchwegs Magerkeitszeiger, oligotrophe Arten, die, vielfach im Gefolge der *Calluna vulgaris*, häufig auf Serpentin anzutreffen sind. Als nur bedingungsweise oligotroph ist dagegen *Erica carnea* — gleichfalls in Kiefernbeständen auf Serpentin häufig — aufzufassen, da sie ja — im Gegensatze zu *Calluna vulgaris* — anderenorts mineralkräftige Böden durchaus nicht scheut, also doch etwas anspruchsvoller zu sein scheint. Dafür würde auch speziell ihr Verhalten am Serpentin des Kirchkogels sprechen, wo sie er-

sichtlich den ausgelaugten Ostgrat meidet (auf dem *Calluna vulgaris* gedeiht) und erst in tieferen, sanft geböschten Lagen im Kiefernwalde auftritt. Ganz im Gegensatz dazu bevorzugt *Calluna vulgaris* gerade solche der Auslaugung besonders ausgesetzte Stellen, wie Grate, schmale Rücken (siehe Gabraungraben!), und schlägt dort jede Konkurrenz aus dem Felde. Denn *Calluna vulgaris* ist bekanntlich eine Art, die ganz besonders zu Rohhumusbildung neigt. Dadurch aber entstehen relativ große Mengen von Huminsäuren, die zu einer raschen Auslaugung und Verarmung des Bodens führen. Damit werden die Existenzbedingungen für andere Pflanzen so sehr verschlechtert, daß diese weichen müssen. Nun ist Serpentin ein Boden, der an und für sich — lokal wenigstens — die Bildung von Rohhumus begünstigt. Denn an löslichen anorganischen Verbindungen überhaupt sehr arm, hat er speziell meist wohl zu wenig Kalk, um die Rohhumusbildung zu verzögern, beziehungsweise tritt wegen der Armut an basischen Stoffen keine ausreichende Bindung der Huminsäuren ein; dazu kommt noch, daß der Serpentin meist zu trocken ist, um eine ausgiebige Tätigkeit der Regenwürmer zu ermöglichen, welche dann nicht wie sonst die Humusbestandteile ständig mit den mineralischen Bestandteilen des Bodens mischen können, was abermals die Bildung von Rohhumus begünstigt. Es kann natürlich keinem Zweifel unterliegen, daß auch *Asplenium cuneifolium* (ebenso wie *A. adulterinum*), das gerade auf Serpentin seine optimalen Existenzbedingungen findet, ein ebenso typischer Magerkeits-, Trocken- und Wärmezeiger wie die vorhin angeführten Arten ist. Von Natur aus eine entschiedene Felsen- oder Geröllpflanze — wie früher aufgezeigt —, bevorzugt es entschieden eine gewisse Mobilität des Bodens, eine gewisse Steilheit der Böschung, welche das Aufkommen anderer Arten, speziell geschlossener Verbände derselben, hintanhält oder doch verzögert, meidet mächtigere Humusauflagerung und, wie es scheint, speziell Rohhumus in stärkerer Konzentration, begleitet *Calluna vulgaris* zwar dort, wo diese zerstreut auftritt, vermag aber in die geschlossenen Bestände derselben nicht einzudringen.

Der Unterwuchs der Kiefernwälder gilt mit Recht im allgemeinen als ein artenarmer. Die Bodenvegetation der von *Pinus silvestris* gebildeten lichten Wälder besteht, wie Kirchner-Loew-Schroeter (Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, p. 178) betonen, vorwiegend — wegen der Magerkeit, Trockenheit und starken Insolation des Substrates — aus Xerophyten, wegen der Mineralarmut überwiegend aus kieselholden Arten. Der Unterwuchs der Kiefernwälder auf Serpentin ist nun aber keineswegs, wie man etwa erwarten würde, der artenärmste von allen und etwa nur aus Kieselpflanzen zusammengesetzt. Er ist vielmehr, gerade z. B. an Südabdachungen, ganz besonders artenreich, und in ihm treten gerade Kalkpflanzen gegenüber den kieselholden Arten vielfach erheblich in den Vordergrund. Während z. B. der gewöhnliche

© Verlag Akademie der Wissenschaften; download unter www.biologiezentrum.at

Kiefernwald meist auch arm an Farnen ist, herrscht auf Serpentin in den *Pinus-silvestris*-Beständen oft ein auffallender Reichtum an Farnen.

Es geht aber trotzdem, wie ich glaube, nicht ohneweiters an, etwa von einer eigenen Fazies des Kiefernwaldes auf Serpentin zu sprechen, da ja z. B. *Asplenium cuneifolium*, *A. adulterinum* und die meisten anderen für Serpentinboden als bezeichnend angegebenen Arten durchaus nicht an den Kiefernwald dort gebunden sind, vielmehr gerade an den freien Stellen in üppigster Entfaltung auftreten und in die Bestände von *Pinus silvestris* nur so weit eintreten, als es mit ihrem an und für sich hohen Lichtgenusse vereinbar ist. In dieser Hinsicht ist nun allerdings in niedrigen Lagen das von *Pinus silvestris* gebildete Pinetum die optimale Gehölzformation schlechtweg, in die *Asplenium cuneifolium* daher auch mit Vorliebe eintritt. Ist ja doch *Pinus silvestris* ein ausgesprochener Lichtbaum, wie ja ein hoher Lichtgenuß, beziehungsweise eine geringe Lichtgenußbreite (mit hohem Maximum und hochgelegenem Minimum) überhaupt für die ganze Gattung *Pinus* geradezu ein charakteristisches Merkmal zu sein scheint. Ich habe den Lichtgenuß von *Pinus silvestris* seinerzeit in der Umgebung von Graz studiert und bin dabei zu dem Ergebnis gekommen, daß er sich zwischen $L = 1 - \frac{1}{15}$ bewegt (vgl. Lämmermayr, Untersuchungen über die lichtklimatischen Verhältnisse des Zirbitzkogels und über den Lichtgenuß der Zirbe. Ö. b. Z. 1925, p. 21). Der speziell für das Minimum dabei ermittelte Wert von $\frac{1}{15}$ bezog sich auf Exemplare, der auf relativ nährkräftigem Substrate (Semriacher Schiefer der Platte und des Rainerkogels bei Graz) erwachsen waren. Weitere, seither angestellte Untersuchungen brachten mich aber zur Überzeugung, daß das Minimum auf anderen Böden, z. B. wenig nährkräftigen Belvedereschotterböden des Rosenberges, ebenso auf zerklüftetem Kalkfels oder gar auf magerem Serpentinboden wesentlich höher gelegen sei, etwa zwischen $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{13}$. Gerade auf Serpentin, z. B. im Gabraungraben, tritt das Bestreben, der Kiefer, sich um so freier zu stellen, je ungünstiger die Ernährungsverhältnisse werden, im obersten Drittel des Hanges, gegen den ausgelaugten Kamm zu, besonders deutlich zutage. Man wird daher das durchschnittliche Minimum des Lichtgenusses von *Pinus silvestris* als bei $c\,\frac{1}{12}$ gelegen bezeichnen müssen. Wiesner selbst hat über den Lichtgenuß von *Pinus silvestris* keine Studien angestellt, wohl aber Hesselman H. (Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen, Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Bd. 17, 1904, p. 369), der den Lichtgenuß

von *Pinus silvestris* mit $L = \frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{10}$ (in Skabholmen) angibt. Der höhere Wert des Lichtgenußminimums der Kiefer in Schweden gegenüber den bei uns — in Mitteleuropa — ermittelten Werten entspricht durchaus dem von Wiesner gefundenen Gesetze, daß der (relative) Lichtgenuß mit der geographischen Breite ansteigt. Wenn Lundegardh H. (Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben, 1925, p. 59) den Lichtgenuß von *Pinus silvestris* mit $L = \frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{11}$ angibt, so ist dies insofern unrichtig, als Wiesner, wie Hesselman l. c., richtig hervorhebt, den Wert von $\frac{1}{11}$ nicht für *Pinus silvestris*, sondern für »*Pinus Laricio* und *P. nigra*« ermittelt hat (vgl. Wiesner, Lichtgenuß der Pflanzen, p. 153). Das Schattenlicht am Grunde des Kiefernwaldes kann allerdings unter Umständen erheblich unter den Wert des durchschnittlichen Minimums des Lichtgenusses der Kiefer $\left(\frac{1}{12}\right)$ sinken. So beobachtete ich am Grunde einer zehnjährigen Kiefernschonung bei Andritz ein Schattenlicht in der Stärke von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{15}$. In hochwüchsigen Beständen aber sinkt das Mittel des Schattenlichtes selten unter $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{12}$, und in den lichten Kiefernbeständen auf Serpentin (z. B. am Kirchkogel, im Gabraungraben, bei Bernstein) steigt es vielfach sogar bis auf $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$ oder noch höher. Solche lichte Bestände von *Pinus silvestris* bieten aber speziell *Asplenium cuneifolium*, dessen Lichtgenuß sich zwischen $\frac{1}{1 \cdot 4}$ bis $\frac{1}{20}$ bewegt, noch durchaus zusagende Existenzbedingungen. Schon Kerner (Das Pflanzenleben der Donauländer, 1863, p. 167 und 168) hebt hervor, daß, wenn hochstämmiger Kiefernwald gefällt wird, sich — im Gegensatze zu anderen Waldbeständen — an der Vegetation des Waldbodens wenig ändere, vielmehr die Mehrzahl der Pflanzen dann sehr gut, oft in dichtem Schlusse, gedeihe. Das gleiche gilt auch für den Unterwuchs des Kiefernwaldes auf Serpentin, vielleicht sogar in besonders verstärktem Maße, da ja, z. B. in Südlagen, diese Vegetation an und für sich einem hohen Lichtgenusse angepaßt ist. *Asplenium cuneifolium* geht daher nach Fällung des Waldes keineswegs zugrunde oder zurück, sondern breitet sich eher aus. Ähnlich wie die Bestände von *Pinus silvestris* bilden auch jene von *Pinus nigra* und *Pinus montana* geeignete Formationen für den Eintritt von *Asplenium cuneifolium*. Denn nach Wiesner

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig 1907, p. 153) beträgt der Lichtgenuß der *Pinus nigra* $L = 1$ bis $\frac{1}{11}$ und nach eigenen Untersuchungen jener von *Pinus montana* $L = 1 - \frac{1}{8}$ (vgl. Ö. b. Z. 1925, p. 21). Beide sind auch für die Besiedlung des Serpentinbodens durchaus geeignet, denn *Pinus nigra* = *P. austriaca* Endl. ist nach Neger (Die Nadelhölzer, Leipzig, Sammlung Göschen, Nr. 355, 1907, p. 93) noch genügsamer (in bezug auf den Boden) und weniger lichtbedürftig als *Pinus silvestris*, wohl aber wärmebedürftiger —, und *Pinus montana* ist ja ebenfalls äußerst genügsam, und ihre Bestände werden ja von Scharfetter geradezu als die edaphisch bedingte Hungerfazies des Hochwaldes, als Lückenbüßer in besonders nährstoffarmen Gebieten aufgefaßt (vgl. Schroeter, Das Pflanzenleben der Alpen, 1. Lief., 1923, p. 40, 149, und Scharfetter, Beiträge zur Kenntnis subalpiner Pflanzenformationen, Ö. b. Z. 1918, p. 90 und 96). In allen diesen Formationen wird der Boden und die darüber befindliche Luft durch das reichlich einstrahlende Licht trocken und warm erhalten und damit geeignet gemacht für die Ansiedelung mehr oder weniger zahlreicher thermophiler Arten.

Zu den Nadelhölzern, die sehr viel Licht auf den Boden gelangen lassen, gehört nun allerdings auch die Lärche (*Larix decidua*). Ja der Lichtgenuß dieses Baumes ist sogar ein noch weit höherer als der der Kiefer. Beträgt er doch nach Wiesner (Lichtgenuß der Pflanzen, p. 154) $L = 1 - \frac{1}{5}$ (als Gartenbaum in Wien, wogegen das Minimum in Kirchdorf im Kremstale, Oberösterreich, $\frac{1}{6 \cdot 5}$ beträgt). Doch bildet die Lärche auf Serpentin nur selten größere Bestände, da sie höhere Ansprüche an den Boden stellt als die Kiefer. Nach Hayek (Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns, I. Bd., Leipzig-Wien, 1916, p. 226) ist dies z. B. in Mähren, am Berge Zdiar bei Eisenberg und am Baudenberge zwischen Grumberg und Nikles der Fall, wo dann auch die beiden Farne *Asplenium cuneifolium* und *A. adulterinum* in ihren Beständen vorkommen. Warum sie in Steiermark z. B. auf Serpentin nur eine untergeordnete Rolle spielt und speziell im Murgau auf diesem Boden gegenüber der Kiefer ganz zurücktritt, habe ich schon früher (vgl. L I, p. 399) gezeigt.

Ganz augenscheinlich steht sohin mehr oder weniger die gesamte Vegetation des dysgeogenen Serpentinbodens im Zeichen eines geringen Nährstoffbedürfnisses, gilt im ganz besonderen Maße das Liebig'sche Gesetz des Minimums für sie, welches Kleberger W. (Grundzüge der Pflanzenernährungslehre und Düngerlehre, Hannover 1915, p. 225) also formuliert: »Alle vorhandenen Nährstoffe werden nur soweit ausgenützt, als es nach Maßgabe

des in geringster Menge vorhandenen Nährstoffes, oder aber der in geringster Menge vorhandenen Nährstoffe möglich ist.« Nur jene Arten, die eo ipso ein minimales Nährstoffbedürfnis haben oder aber ihre Ansprüche entsprechend weit modifizieren, beziehungsweise herabsetzen können, finden auf dysgeogenem Serpentinboden konkurrenzlose Existenzbedingungen und gelangen hier zur Herrschaft. Es ist in diesem Sinne auch ganz gut denkbar, daß weniger der hohe Gehalt an MgO als vielmehr die allgemeine Nährstoffarmut des Serpentins im Verein mit anderen Faktoren den ersten Anstoß zur Bildung von Serpentinrassen und -formen gegeben hat. Es kann ferner keinem Zweifel unterliegen, daß — wenn auch spezielle Untersuchungen an diesem Gestein zurzeit nicht vorliegen — die Art und Weise der Besiedelung neu erschlossener Serpentinböden in derselben Weise vor sich geht wie auf anderem Substrat, daß auch die Sukzession der aufeinanderfolgenden Pflanzenformationen im wesentlichen auf Serpentin die gleiche ist wie anderwärts. Auch auf dysgeogenem Serpentin sind es sicherlich zuerst Cyanophyceen und Chlorophyceen, später Flechten, dann Moose und Farne, die von dem durch die Atmosphärilien korrodierten Gestein Besitz ergreifen und den Boden durch ihre, wenn auch geringfügige Humusproduktion für höhere, anspruchsvollere Arten (Blütenpflanzen) vorbereiten. Haften Algen und Flechten, z. T. auch noch Moose, noch lediglich als »Chomophyten« auf der nackten Oberfläche der Serpentinfelsen, so besiedeln die Farne, unter ihnen speziell *Asplenium cuneifolium*, als »Chasmophyten« (gleich den Blütenpflanzen) vor allem die Spalten dieses Gesteins. Auch in der »Schuttflur« stellt sich auf Serpentin *Asplenium cuneifolium* wohl schon sehr frühzeitig ein und mit ihm Gräser, wie *Festuca-*, *Poa-*, *Deschampsia-* und *Calamagrostis*-Arten. Späterhin sind es wohl vor allem Ericaceen, wie *Erica carnea*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium Vitis Idaea* u. a., die einen der »Ericaheide« auf verfestigten Kalkschutthalden ähnlichen Bestand bilden, und dann ist, geradeso wie dort, wohl auch auf Serpentin der Zeitpunkt für die Ansiedlung von Holzgewächsen gekommen, in erster Linie für *Pinus silvestris*, beziehungsweise *P. nigra* (in niederen Lagen), beziehungsweise für *Pinus montana* (in der Hochlage). Jedenfalls kann man nicht behaupten, daß dysgeogener Serpentin an sich baumfeindlich sei. Gewiß kann unter Umständen die Folge obiger Formationen auf Serpentin schon früher, vielleicht mit einem Callunetum od. dgl., abschließen, aber dies ist ja auch auf anderen Gesteinen ebensooft der Fall. Wenn der Gipfel des aus Serpentin bestehenden Lärchkogels bei Trieben zwischen 1610 und 1667 *m* waldlos ist, beziehungsweise von *Pinus montana* (und *Alnus viridis)* bedeckt ist, während Fichte, Lärche, Zirbe erst tiefer unten am Hange (noch auf Serpentin) auftreten, so ist dies wohl so zu verstehen, daß der besonders stark ausgelaugte Gipfel, von dem die Sedimente abgeschwemmt werden, eben nur noch der genügsamen Legföhre ausreichende Existenzbedingungen bietet, während die weniger

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ausgelaugten Hänge noch obige Bäume ernähren können. In Steiermark liegen, wie ich und Nevole schon früher gezeigt haben, die Verhältnisse auf Serpentinboden zumeist so, daß die Süd-, Südwest-, West-, Nordwestabdachung als Schlußglied ein mehr weniger reines Pinetum (von *Pinus silvestris* gebildet) aufweist, wogegen die Nord- oder Nordostabdachung von einem Picetum vacciniosum (von *Picea excelsa*, mit *Vaccinium Myrtillus* gebildet) eingenommen wird (so bei Kraubath, am Kirchkogel, im Gabraungraben).

Mit Rücksicht auf die höchst spärlich eingestreuten Laubholzelemente sowie im Gegensatz zur Zusammensetzung des Waldes auf Serpentin in anderen Gebieten (südöstliches Europa!) könnte man den dysgeogenen Serpentin unserer Gegenden immerhin als relativ laubwaldfeindlich bezeichnen. Ganz anders z. B. in Bosnien und Serbien! Zwar fehlt auch dort eine *Pinus*-Art — *P. nigra* — nicht, aber für Nordbosnien führt z. B. Beck (Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder, 1901, p. 225) auf Serpentin *Quercus sessiliflora* als »waldbildend« an, und Pančič (Die Flora der Serpentinberge in Mittelserbien, Z. b. G. 1859, p. 141) nennt ebenfalls als Waldbildner in erster Linie Eichen, wie »*Quercus pubescens*, *Q. pedunculata*, *Q. cerris* u. a., und in Mittel- und Nordgriechenland bevorzugt sogar die Buche *(Fagus silvatica)* nach Kirchhoff (Pflanzen- und Tierverbreitung, 1899, p. 80) geradezu die dortigen Serpentinböden, obwohl sie sonst sehr anspruchsvoll ist, da sie nur auf diesem kühlfeuchten Substrat (also muß dort wohl eugeogener Serpentin vorliegen!), ähnlich wie auf Glimmerschiefer und Flyschsandstein, dort das heiß-trockene Mittelmeerklima ertragen kann. Sobald eben die Ernährungsverhältnisse — mit Entwicklung einer reichlicheren Humusdecke — sich merklich bessern, wird die Zahl der Konkurrenten rasch größer, mischen sich andere, anspruchsvollere Elemente dem Kiefernwalde bei und verdrängen schließlich die Kiefer völlig. Da die Konkurrenz aber in gleicher Weise auch im Unterwuchse zunimmt, wird auch *Asplenium cuneifolium* von dort bald vertrieben, zumal es die viel stärkere Bodenbeschattung, wie sie in mehr oder weniger geschlossenen Beständen der Eiche, Fichte oder gar Buche herrscht, nicht mehr zu ertragen vermag. So ist es wohl zu erklären, daß mit dem Fehlen der Kiefer in der Regel auch ein Fehlen des *Asplenium cuneifolium* verbunden ist. Über das Auftreten oder Fehlen einer bestimmten Pflanzenart auf Serpentin entscheidet eben immer wieder die Gesamtheit jenes ungeheuer verwickelten Komplexes, den wir mit dem einen Worte: »Standortsfaktoren« kurz erfassen wollen. Ob es z. B. überhaupt Pflanzenarten gibt, die — innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes — gerade vom Serpentinboden völlig ausgeschlossen sind, möchte ich a priori keineswegs bejahen. Lokal ist ein solches Fehlen allerdings oft genug zu beobachten. So habe ich z. B. weder auf allen von mir untersuchten Serpentinen noch in der Literatur jemals *Hedera helix* als Bewohner dieses Gesteins vorgefunden, was in Gegenden mit ausgesprochenem Kontinentalklima (z. B. im Murgau)

ja mit Rücksicht auf die relativ ozeanische Tendenz der Pflanze verständlich erscheint. Schwerer erklärlich ist z. B. das Fehlen von *Iasione montana*, einer nicht seltenen Begleitpflanze der Kiefer, in dem auf Serpentin stockenden Kiefernwalde des Gabraungrabens. Bemerkenswert ist auch das Fehlen von *Erythronium dens canis* auf Serpentin bei Kirchdorf und im Gabraungraben, obwohl die Pflanze im Murtal zwischen Graz und Bruck vorkommt (z. B. bei Gratwein, Stübing) und gerade zwischen Pernegg und Bruck, im Kaltenbachgraben, noch anzutreffen ist.

Ich erblicke in dem Fehlen dieser Art auf dem dysgeogenen, trocken-warmen Serpentin des Gabraungrabens eine weitere gewichtige Stütze für die Richtigkeit der von mir (Studien über die Verbreitung thermophiler Pflanzen im Murgau, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1924, p. 225) und schon früher von Fritsch (Floristische Notizen VI, Die Verbreitung von *Erythronium dens canis* in Obersteiermark, Ö. b. Z. 1913, p. 371 und 372) sowie auch von Hayek (Bot. Jahrbücher 1906, p. 370) vertretenen Ansicht, daß der Hundszahn als eine hygrophile Pflanze aufzufassen sei, während Nevole (Studien über die Verbreitung von sechs südeuropäischen Pflanzenarten, Mit. d. N. V. f. St., Bd. 46, 1909, p. 21 des Separatabdruckes) ihn zu den xerophilen Arten rechnet. In Serbien allerdings kommt nach Derganc (Zweiter Nachtrag zu meinem Aufsatz über die geographische Verbreitung der *Daphne Blagayana*, Allgem. bot. Zeitschr. 1908, p. 24) *Erythronium dens canis* auch auf (eugeogenem?) Serpentin vor.

XVI. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Die Flora der Magnesitböden nimmt nur in gewissen Fällen — durch das Auftreten von *Asplenium cuneifolium* oder *A. adulterinum* (so am Sattlerkogel oder bei Oberdorf) — eine Art Mittelstellung zwischen der Flora des Kalkbodens und jener des Serpentins ein, trägt aber im übrigen (und mit ihr wahrscheinlich auch die Flora der Dolomit-, Ankerit- und Sideritböden) entschieden den Charakter einer Kalkflora; Kieselpflanzen finden sich auf Magnesit meist nur über einer entsprechend mächtigen Humusauflage. Doch ist — auf nacktem Magnesitfels der oberen Millstätter Alpe — das Vorkommen von *Rhizocarpon geographicum* als heterotope Art bemerkenswert. Der Prozentsatz an thermophilen Arten ist auch auf Magnesit bisweilen sehr erheblich.

2. *Asplenium cuneifolium* vermag auch in reinen Nordlagen, so bei Bernstein, auf dysgeogenem, trockenem, magerem und gutbeleuchtetem Serpentin zu gedeihen.

3. *Polygonum alpinum* kommt — auf Serpentin — nicht nur am Kirchkogel, sondern auch am Predigtstuhl bei Kirchdorf in Steiermark vor und ist dort keine ausgesprochene Schattenpflanze.

4. *Asplenium cuneifolium* wurde — in typischer Ausbildung — abermals auf einem neuen Substrat, und zwar auf Orthogneis

 © Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

im Gabraungraben bei Pernegg (Steiermark), aufgefunden, auf welches Gestein es dort vom angrenzenden Serpentin aus übertritt.

5. Es werden drei Typen des Vorkommens von *Asplenium cuneifolium* aufgestellt:

I. auf Serpentin allein, ohne auf das Nachbargestein überzugehen, z. B. Kirchkogel, Bernstein usw.;

II. auf Serpentin und dem unmittelbar angrenzenden Gesteine, z. B. auf Granulit bei Adolfstal, auf Orthogneis im Gabraungraben;

III. auf Magnesit, völlig isoliert von einem Serpentinvorkommen, z. B. am Sattlerkogel.

6. *Asplenium cuneifolium* ist ebenso wie z. B. *Pinus silvestris* ein ausgesprochener Magerkeits-, Trocken- und Wärmezeiger. Daher auch das häufige Zusammenvorkommen beider auf Serpentin. Das von *Pinus silvestris* gebildete Pinetum ist überdies deswegen für *Asplenium cuneifolium* die optimale Gehölzformation, weil der Grad der Bodenbeschattung in demselben niemals solche Werte erreicht, daß das Minimum des Lichtgenusses dieses Farnes — $L = \frac{1}{20}$ — dabei unterboten würde.

Ich erfülle am Schlusse nur eine angenehm empfundene Pflicht, wenn ich allen, die zum Zustandekommen dieser Arbeit beigetragen haben, meinen herzlichen Dank abstatte. Er gebührt in erster Linie dem Bundesministerium für Unterricht, ferner den Herren Kollegen Dr. Alois Cloß, Dr. Nevole und Dr. Suza (beide in Brünn), Herrn Hochschulprofessor Hofrat Dr. A. Tornquist in Graz, den Herren Universitätsprofessor Dr. Heritsch und Privatdozent Dr. Angel (beide in Graz), welche die Güte hatten, die von Dr. Cloß untersuchten Dünnschliffe zu überprüfen, Herrn Ingenieur Maurer-Löffler in Graz, Herrn Privatdozenten Dr. Widder für die Revision einiger Phanerogamen, Herrn Redakteur L. Loeske in Berlin für die Bestimmung der Moose (durch Vermittlung von Dr. Morton-Wien), Herrn Regierungsrat Dr. Janchen in Wien für wertvolle Mitteilungen betreffend die Serpentinflora.

Inhaltsangabe.

A. Die Flora der Magnesitböden.

		Seite
I.	Die Verbreitung des Magnesits in Steiermark	55—56
II.	Die botanische Erforschung der steirischen Magnesitstöcke	56—57
III.	Der Magnesitstock von Vorwald bei Wald	57—59
IV.	Der Magnesit des Sattlerkogels der Veitsch	59—60
V.	» » von Oberdorf im Tragößtal	60—61
VI.	St. Ehrhard in der Breitenau bei Mixnitz	61—62
VII.	des Sunk bei Hohentauern	62—63
VIII.	der oberen Millstätter Alpe bei Radenthein (Kärnten)	63—64
IX.	Der Charakter der Magnesitflora	65—72

B. Die Flora der Serpentinböden.

X.	Der Serpentin von Bernstein im Burgenlande	72—75
XI.	Hirt bei Friesach in Kärnten	75—76
XII.	des Predigtstuhles bei Kirchdorf nächst Bruck a. d. M.	76—77
XIII.	» Gabraungrabens bei Pernegg	77—81
XIV.	Bemerkungen zur Standorts-Topographie des *Asplenium cuneifolium* (Typen seines Vorkommens)	81—88
XV.	Das Zusammenvorkommen von *Asplenium cuneifolium* mit *Pinus*-Arten und seine Gründe	88—97
XVI.	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	97—98

Erklärung der Abkürzungen.

Ö. b. Z. = Österreichische botanische Zeitschrift, Wien.
Z. b. G. = Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Gesellschaft, Wien.
Z. b. V. = » des Zoologisch-botanischen Vereines, Wien.
N. V. f. St. = Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.
G. R. A. = Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, Wien.

Die Nomenklatur fußt auf Fritsch, Exkursionsflora für Österreich und die ehemals österreichischen Nachbargebiete, Wien-Leipzig, 1922, 3. Auflage.